C3
R-179

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Desenvolvimento de Técnicas de Ultra-som para Medida de Espessura de Filme de Líquido em Escoamentos Gás-Líquido e Líquido-Líquido

Autor: Guilherme Rosário dos Santos
Orientador: Antonio Carlos Bannwart

02/2006

Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por Guilherme Rosário dos Santos e aprovada pela comissão julgadora em 23/02/06

Orientador

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Desenvolvimento de Técnicas de Ultra-som para Medida de Espessura de Filme de Líquido em Escoamentos Gás-Líquido e Líquido-Líquido

Autor: Guilherme Rosário dos Santos
Orientador: Antonio Carlos Bannwart

Curso: Ciências e Engenharia de Petróleo

Dissertação de Mestrado apresentada à Sub-Comissão de Pós-Graduação Interdisciplinar de Ciências e Engenharia de Petróleo (FEM e IG), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências e Engenharia de Petróleo.

Campinas, 2006
S.P.- Brasil

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Desenvolvimento de Técnicas de Ultra-som para Medida de Espessura de Filme em Escoamentos Gás-Líquido e Líquido-Líquido

Autor: Guilherme Rosário dos Santos
Orientador: Antonio Carlos Bannwart

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Antônio Carlos Bannwart, Presidente
Faculdade de Engenharia Mecânica/ UNICAMP

Prof. Dr. Paulo Seleghim Júnior
Escola de Engenharia de São Carlos/ USP

Prof. Dr. Fernando França
Faculdade de Engenharia Mecânica/ UNICAMP

Campinas, 23 de fevereiro de 2006.

UNIDADE BC
Nº CHAMADA:
T/UNICAMP
V. EX.
TOMBO BCCL 80268
PROC 16-148-09
C D X
PREÇO 11,00
DATA 10-02-09
BIB-ID

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

Sa59d

Santos, Guilherme Rosário dos
Desenvolvimento de técnicas de ultra-som para medida de espessura de filme de líquido em escoamento gás-líquido e líquido-líquido / Guilherme Rosário dos Santos. --Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: Antonio Carlos Bannwart
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica e Instituto de Geociências.

1. Engenharia do petróleo. 2. Óleo de xisto. 3. Piche. 4. Escoamento bifásico. 5. Ultra-som. 6. Eco. I. Bannwart, Antonio Carlos. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Instituto de Geociências. IV. Título.

Titulo em Inglês: Development of ultrasonic techniques for measurements of liquid film thickness in gas-liquid and liquid-liquid flows
Palavras-chave em Inglês: Petroleum engineering, Heavy oil, Oil-water, Ultrasound, pulse-echo technique
Área de concentração: Explotação de Petróleo
Titulação: Mestre em Ciências e Engenharia de Petróleo
Banca examinadora: Paulo Seleghim Júnior e Fernando França
Data da defesa: 20/02/2006

Dedicatória:

Dedico este trabalho ao meu pai, a minha mãe e a minha irmã por acreditarem em mim incondicionalmente.

3409048

Agradecimentos

Este trabalho não poderia ter terminado sem a ajuda de algumas pessoas às quais expresso minha profunda gratidão:

Ao meu pai, grande responsável pela minha formação como pessoa e profissional.

A minha mãe pelo amor e carinho dedicados em todos os momentos da minha vida e por dar continuidade a minha formação na ausência de meu pai.

Ao meu orientador, Prof. Antonio Carlos Bannwart, pelo acompanhamento de todo o trabalho e orientação.

Ao Prof. Fernando França pelas sugestões para realização desse trabalho.

Aos profissionais da Escola de Engenharia de São Carlos Paulo Seleghim e Jorge pelo auxílio na execução e condução deste trabalho.

Aos meus padrinhos Sérgio e Esperança pelo grande incentivo e por acreditarem na minha capacidade.

A ANP, Agência Nacional de Petróleo, pela concessão da bolsa de estudos.

A minha amiga Iraci pelo companheirismo e amizade.

Ao meu amigo Cléber, pela amizade e companheirismo na execução de trabalhos em algumas disciplinas do curso.

Aos meus amigos do vôlei do clube pela amizade e por compartilhar de horas de distração.

Ao meu primo-irmão André e família pela amizade.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a conclusão dessa dissertação.

"Procure ser uma pessoa de valor,
em vez de procurar ser uma pessoa
de sucesso. O sucesso é conseqüência."
Albert Einstein

Resumo

SANTOS, Guilherme Rosário dos. *Desenvolvimento de Técnicas de Ultra-som para Medida de Espessura de Filme de Líquido em Escoamentos Gás-Líquido e Líquido-Líquido.* Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2005, 80p., Dissertação (Mestrado).

Um dos problemas cruciais no atual cenário da indústria nacional de petróleo é a medição das vazões de óleo, gás e água produzidos por cada poço. Este problema se agrava no contexto da produção de óleos pesados sob condições *offshore* em águas profundas, dadas as condições adversas desse ambiente, alta viscosidade do óleo, formação de emulsões com água, dificuldade natural para sua elevação e escoamento, entre outras. Excetuando os casos em que um poço é testado, quando então sua produção pode ser determinada na superfície, não se dispõe atualmente de sistemas e métodos de medição simples, confiáveis e não-intrusivos para as vazões de cada poço. O presente trabalho investiga a utilização de técnicas de ultra-som para fins de monitoramento do filme de água em escoamentos gás-líquido e líquido-líquido. O objetivo deste trabalho é desenvolver uma ferramenta de medição de espessura instantânea do filme líquido em escoamentos gás-líquido e líquido-líquido utilizando técnicas de ultra-som. A medição do tempo de trânsito do sinal acústico ultra-sônico através de uma camada de material - líquido, gás ou sólido - permite a obtenção da espessura local e instantânea dessa camada, a partir do conhecimento da velocidade de propagação do som nesse meio, através de calibração prévia. Assim, por meio de diversos experimentos com diferentes pares de fluidos e padrões de escoamento, pretende-se definir as melhores condições para utilização do ultra-som para esse fim. Os tempos de trânsito podem ser detectados através dos picos de amplitude gerados quando os pulsos refletidos atingem o receptor. A utilização do ultra-som é uma técnica não intrusiva e não-invasiva, isto é, não causa perturbações ao escoamento, possibilitando ainda medições *in situ* em tempo real de grandezas de escoamentos múltifásicos presentes inclusive na indústria do petróleo. Este estudo mostrou ser possível a aplicação da técnica de ultra-som para escoamentos gás-líquido, uma vez que a diferença de impedância acústica permite que grande parte do pulso incidente seja refletida na interface entre os dois meios líquidos. Em escoamentos líquido-líquido, o monitoramento da espessura de filme é mais difícil, sendo necessário o uso de recursos computacionais mais robustos. A pequena diferença de impedância acústica entre os líquidos, muitas vezes, dificulta a captação do pulso correspondente à interface entre os meios líquidos. Um outro fator agravante é a presença de emulsões em escoamentos líquido-líquido ou óleos com viscosidades maiores. Nessas situações, a atenuação do pulso refletido na interface entre os dois meios líquidos é ainda maior.

Palavras Chave

Engenharia de petróleo, óleo pesado, escoamento óleo-água, ultra-som, pulso-eco.

Abstract

SANTOS, Guilherme Rosário dos. *Development of Ultrasonic Techniques for Measurements of Liquid Film Thickness in Gas-Liquid and Liquid-Liquid Flows.* Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2005, 80p., Dissertação (Mestrado).

One of the most important problems in the current scenario of petroleum industry is the flow rate measurements of oil, gas and water produced by each well. This problem becomes more complicated in the context of heavy oils production under *offshore* conditions in deepwater, due to the adverse environment, high oil viscosity, formation of emulsion with water, difficulties for its lift and flow, etc. Excepting the cases in which a well is being tested, when its flow rate can be determined at the surface, it does not exist any simple, reliable and non-intrusive system or measurement method for flow rate of an individual well. The present work looks over an application of ultrasonic techniques for monitoring of water film in gas-liquid and liquid-liquid flows. The specific purpose of this work is to develop a tool for instantaneous thickness measurement of liquid film in gas-liquid and liquid-liquid flows by ultrasonic techniques. The transit time measurement of an acoustic signal through a material layer (solid, liquid or gas) allows its local and instantaneous evaluation, knowing the ultrasound propagation speed for each medium from previous calibration. In this way, through several experiments with different fluid pairs and flows patterns, it intends to establish the better conditions for application of the ultrasound technique. The transit times can be detected through the amplitude peaks generated when the reflected pulses reach the receiver. The ultrasound application is a non-invasive and non-intrusive technique, that is, it does not cause any disturbance in the flow, allowing *in situ* measurements in real time of many parameters of multiphase flows including the petroleum industry. This study showed the possibility of applying a pulse-echo technique to the gas-liquid flows, because the acoustic impedance difference allows the majority of incident ultrasound be reflected in the gas-liquid interface. The monitoring of liquid films thickness is more difficult in liquid-liquid flows, being necessary the use of rugged computational resources. The low difference of acoustic impedance between liquids can make more difficult the reception of a pulse which corresponds to the liquid-liquid interface. Another difficulty occurs when emulsions are formed or the oil is highly viscous. In these situations, the attenuation of reflected ultrasound from the liquid-liquid interface is still larger.

Key Words

Petroleum engineering, heavy oil, oil-water flow, ultrasound, pulse-echo technique.

Lista de Figuras

1.1-Definições de uma medição não invasiva e não intrusiva 4

3.1-Ultra-som longitudinal e transversal 19

3.2-Exemplo de onda de Rayleigh 19

3.3-Esquema de conversão de modo do ultra-som 20

3.4-Comportamento da velocidade do som na água em função da temperatura 23

3.5- Reflexão e transmissão de ultra-som entre dois meios 26

4.1-Método pulso-eco 29

4.2-Sinal resultante $R_{x\Omega}$ da correlação cruzada ente sinal original e o pulso gerado pela reflexão na interface alumínio/fluido 30

4.3-Envelope do sinal resultante da correlação $R_{x\Omega}$ 31

4.4-Seção de teste de ultra-som utilizada na calibração da velocidade do ultra-som na água para os testes em escoamento ar-água 32

4.5-Arranjo do copo cilíndrico para calibração da velocidade do ultra-som na água, óleo e emulsões 33

4.6-Bancada de testes da EESC-USP 34

4.7-Arranjo dos substratos piezoelétricos da bancada de testes de São Carlos 35

4.8 Fluxograma do programa em Lab View para aquisição de dados 35

4.9-Esquema do circuito *core flow* 37

4.10 Sonda de ultra-som do circuito *core flow* 39

4.11 Croqui do copo cilíndrico para experimentos de água e óleo 40

5.1-Histograma de velocidade do ultra-som na água para experimentos na EESC 47

5.2-Sinal típico do eco original nos experimentos em escoamento estratificado ondulado ar-água 48

5.3-Pulso de reflexão na interface acrílico/água utilizado na correlação cruzada 48

5.4-Amplitude instantânea típica nos experimentos em escoamento estratificado ondulado ar-água 49

5.5-Freqüência instantânea típica nos experimentos em escoamento estratificado ondulado ar-água 49

5.6-Espessura do filme de água em regime estratificado liso 50

5.7-Espessura de filme de água em regime estratificado ondulado 51

5.8-Espessura do filme de água em regime estratificado rugoso 51

5.9-Espessura do filme de água em regime intermitente 52

5.10-Sinal original adquirido para escoamento água-óleo com óleo desidratado 53

5.11-Sinal original adquirido para o escoamento da emulsão de água em óleo 53

5.12-Sinal após correlação cruzada para testes de emulsão de água em óleo 54

5.13-Amplitude instantânea para testes em água-óleo com óleo desidratado 54

5.14-Amplitude instantânea para testes com emulsão de água em óleo 55

5.15-Sinal original para determinação da velocidade do ultra-som no alumínio 55

5.16-Amplitude instantânea do sinal original para velocidade do ultra-som no alumínio 56

5.17-Histograma de velocidade do ultra-som no alumínio 56

5.18-Sinal original para determinação da velocidade do ultra-som na água 57

5.19-Sinal após correlação cruzada para velocidade do ultra-som na água 58

5.20-Amplitude instantânea do sinal original para velocidade do ultra-som na água 58

5.21-Histograma de velocidade do ultra-som na água 59

5.22-Sinal original para determinação da velocidade do ultra-som no óleo 60

5.23-Trecho do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface óleo-ar 60

5.24-Amplitude instantânea do sinal original para velocidade do ultra-som no óleo 60

5.25-Trecho da amplitude instantânea com o pico de amplitude correspondente à interface óleo-ar 61

5.26-Histograma de velocidade do ultra-som no óleo 61

5.27-Sinal original para determinação da velocidade do ultra-som na emulsão 25% 62

5.28-Trecho do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface emulsão 25%-ar 63

5.29-Amplitude instantânea do sinal original para velocidade do ultra-som emulsão 25%..... 63

5.30-Trecho da amplitude instantânea com o pico de amplitude correspondente à interface emulsão 25%-ar 63

5.31-Histograma de velocidade do ultra-som na emulsão de 25%..... 64

5.32-Sinal original para determinação da velocidade do ultra-som na emulsão 35% 65

5.33-Trecho do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface emulsão 35%-ar 65

5.34-Trecho da amplitude instantânea com o pico de amplitude correspondente à interface emulsão 35%-ar 65

5.35-Histograma de velocidade do ultra-som na emulsão de 35%..... 66

5.36-Curva da espessura de camada de água em função do tempo 67

5.37-Parte do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo 69

5.38-Sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface óleo-ar..... 70

5.39-Parte do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-emulsão 25%..... 72

5.40-Parte do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-emulsão 35% 73

5.41-Parte do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo leve 75

5.42-Parte do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo Fal 76

5.43-Trecho do sinal de amplitude instantânea onde se encontra o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo Fal 76

I.1-Curva reológica do óleo leve 86

I. 2-Curva reológica do óleo de Jubarte 88

B.1-Decomposição de um pulso em sinais harmônicos 100

B.2-Espectro de freqüência de pulsos 100

B.3-Sistema massa, mola e amortecedor 102

B.4-Amostras de um sinal que formam processo aleatório 104

B.5-Ondoleta chapéu mexicano 106

B.6-Análise de Wavelets com multiresolução de um sinal transiente 108

B.7-Sinal de eletrocardiograma normal e problemático 109

B.8-Detecção de problema em eletrocardiograma pela transformada de Wavelets 109

C.1-Ângulo de espalhamento do feixe de ultra-som 112

Lista de Quadros

1.1 - Classificação das técnicas de medidas de ultra-som 3

Lista de Tabelas

5.1-Tratamento estatístico para diâmetro interno do tubo nos testes ar-água 46

5.2-Faixa de velocidades do ultra-som em escoamento ar-água 47

5.3-Faixa de velocidades do ultra-som no alumínio 57

5.4-Faixa de velocidades do ultra-som na água 59

5.5-Faixa de velocidade do ultra-som no óleo 62

5.6-Faixa de velocidade do ultra-som na emulsão de 25% 64

5.7-Faixa de velocidade do ultra-som na emulsão de 35% 66

5.8-Impedâncias acústicas do alumínio, água e óleo de Jubarte. 68

5.9-Razão entre pressões e intensidades acústicas para trajeto de pulso ultra-sônico da Figura 4.1 para o óleo de Jubarte 69

5.10-Relação entre as grandezas acústicas emitidas e captadas pelo transdutor para o óleo de Jubarte 70

5.11-Impedâncias acústicas do alumínio, água e emulsão de 25% 71

5.12-Razão entre pressões e intensidades acústicas método pulso-eco da Figura 4.1 para emulsão de 25% 71

5.13-Relação entre as grandezas acústicas emitidas e captadas pelo transdutor para emulsão de 35% 72

5.14-Impedâncias acústicas do alumínio, água e emulsão de 35% 72

5.15-Razão entre pressões e intensidades acústicas método pulso-eco da Figura 4.1 para emulsão de 35% 73

5.16-Relação entre as grandezas acústicas emitidas e captadas pelo transdutor para emulsão de 35% 74

5.17-Perdas das intensidades acústicas das emulsões de 25 e 35% em relação ao óleo de Jubarte 75

5.18-Nível de intensidade sonora das intensidades acústicas do óleo de Jubarte e de Fazenda Alegre em relação ao óleo leve 77

D.1-Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som na água para escoamento ar-água 115

D.2-Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som alumínio 118

D.3-Cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som alumínio 119

D.4-Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som na água 121

D.5-Cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som na água 140

D.6-Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som no óleo 159

Tabela D.7-Cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som no óleo 177

Tabela D.8-Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som na emulsão de 25% 196

Tabela D.9-Cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som na emulsão de 25% 197

Tabela D.10-Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som na emulsão de 35% 199

Tabela D.11- Cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som na emulsão de 35% 200

Tabela D.12-Cálculo da espessura de camada de água em função do tempo 202

Nomenclatura

Letras Latinas

a	Versor do sistema de coordenadas cartesianas	
a	Aceleração de uma partícula de fluido	m/s^2
A	Amplitude da onda sonora	m
b	Resposta de um sistema a uma entrada q	
B	Transformada de Fourier de uma resposta do sistema a uma entrada q	
c	Constante do amortecedor do sistema massa, mola e amortecedor	kg/s
C	Função de auto-correlação do sinal	
e	Espessura do filme líquido	mm
d	diâmetro do transdutor	polegadas
D	Diâmetro da tubulação	mm
f	Força atuante numa partícula de fluido	N
f	Maior freqüência da banda passante	Hz
F	Força atuante num sistema massa, mola e amortecedor	N
G	Módulo de Cisalhamento	Pa
h	Resposta a um impulso unitário	
H	Transformada de Fourier da resposta a um impulso unitário	
H	Transformada de Hilbert de um sinal qualquer x	
i	Unidade imaginária i	
I	Intensidade Acústica	W/m^2
j	Velocidade superficial	m/s
J	Amplitude do harmônico da pressão acústica	Pa
k	Constante da mola do sistema massa, mola e amortecedor	N/m
K	Entrada forçada de um sistema	N
L	Amplitude do harmônico da pressão acústica	Pa
m	Massa do sistema mecânico do tipo massa, mola e amortecedor	kg
n	N-ésima amostra de um processo aleatório	
N	Número de amostras de um processo aleatório	
p	Pressão Acústica	Pa

P	Pressão instantânea num ponto qualquer do fluido	Pa
q	Entrada de sistema	
Q	Transformada de Fourier de uma entrada qualquer q num sistema	
r	Vetor posição de uma partícula de fluido num sistema de coordenadas cartesianas	m
R	Coeficiente de reflexão	
s	Fator de escala da transformada de Wavelets	
S	Transformada de Fourier de curto tempo de um sinal x	
t	Tempo	s
T	Coeficiente de transmissão	
u	Vetor velocidade de uma partícula de fluido	m/s
x	Sinal qualquer	
X	Transformada de Fourier de x	
V	Velocidade do som no fluido ou meio	m/s
$\overline{V}$	Velocidade média do escoamento	m/s
Z	Impedância Acústica	kg/m^2s
z	Sinal analítico de $x(t)$	
y	Deslocamento característico do sistema massa, mola e amortecedor	m
Y	Transformada de Fourier de y	
W	Transformada de Wavelets de um sinal x	

Letras Gregas

α	Ângulo de espalhamento do feixe do ultra-som	
β	Ângulo do ultra-som transmitido	
γ	Índice isentrópico	
δ	Coeficiente de expansão linear	K^{-1}
Δ	Incerteza associada a uma grandeza	
ε	Constante para avaliar a transformada inversa de Wavelets	
ζ	Calor específico	J/kgK
η	Módulo de compressibilidade volumétrico	Pa
θ	Temperatura absoluta do fluido	K
Θ	Perda de intensidade sonora	dB
λ	Espessura de um meio material	m
μ	Valor médio de um sinal qualquer x	
ν	Número de onda	m-1
ξ	Deslocamento de uma partícula de fluido da posição de equilíbrio	m
o	Entrada forçada de um sistema massa, mola e amortecedor	N
O	Transformada de Fourier da entrada forçada o	
ρ	Densidade instantânea do fluido num ponto qualquer kg/m^3	
ς	Freqüência	MHz
τ	Tempo de atraso	s
ϕ	Fase instantânea	
$\dot{\phi}$	Freqüência instantânea	Hz
χ	Condensação	
Φ	Transformada de Wigner-Ville de um sinal qualquer x	
ψ	Ondoleta básica da transformada de wavelets	
Ψ	Transformada de Fourier da ondoleta básica	
ω	Freqüência da onda	Hz
Ω	Pulso gerado da reflexão na interface alumínio/água	
ϑ	Volume de fluido	m^3

Subscritos

$[\ ]_{aq}$	água
$[\ ]_{al}$	alumínio
$[\ ]_{aquis}$	aquisição
$[\ ]_{c}$	relativo ao amortecimento
$[\ ]_{o}$	na condição de equilíbrio
$[\ ]_{iso}$	em condições isotérmicas
$[\ ]_{0}$	para ondoleta de Gabor
$[\ ]_{1}$	relativo à direção 1 do sistema de coordenadas cartesianas
$[\ ]_{2}$	relativo à direção 2 do sistema de coordenadas cartesianas
$[\ ]_{3}$	relativo à direção 3 do sistema de coordenadas cartesianas
$[\ ]_{e}$	emulsão
$[\ ]_{g}$	gás
$[\ ]_{i}$	incidente
$[\ ]_{m}$	relativa à inércia do sistema
$[\ ]_{int}$	interno
$[\ ]_{liq}$	líquidos
$[\ ]_{l}$	longitudinal
$[\ ]_{M}$	magnitude
$[\ ]_{I}$	no meio 1
$[\ ]_{II}$	no meio 2
$[\ ]_{k}$	relativa à mola
$[\ ]_{ol}$	óleo
$[\ ]_{leve}$	óleo leve
$[\ ]_{Jubarte}$	óleo Jubarte
$[\ ]_{p}$	a pressão constante
$[\ ]_{r}$	refletido
$[\ ]_{-}$	sentido negativo de propagação da onda
$[\ ]_{+}$	sentido positivo de propagação da onda
$[\ ]_{x}$	relativo ao sinal x
$[\ ]_{tr}$	transdutor

$[\ ]_t$	transmitido
$[\ ]_s$	transversal
$[\ ]_{35\%}$	emulsão água em óleo com teor de 35% em massa de água
$[\ ]_{45\%}$	emulsão água em óleo com teor de 45% em massa de água
$[\ ]_{total}$	total
$[\ ]_v$	a volume constante

Siglas

°API	graus API (American Petroleum Institute)
boe/d	barril de óleo equivalente por dia
boe	barril de óleo equivalente
bbl	barril
gal/min	galão por minuto
EESC	Escola de engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo
NETeF	Núcleo de Engenharia Térmica e Fluidos
FEM	Faculdade de Engenharia Mecânica-Universidade Estadual de Campinas
Fal	Fazenda Alegre

Sumário

Lista de Figuras ix

Lista de Quadros xiii

Lista de Quadros xiii

Lista de Tabelas xiv

Lista de Tabelas xiv

Nomenclatura xvi

1.Introdução e Objetivos 1

2.Revisão Bibliográfica 7

2.1) Transmissão de ultra-som 7
2.2) Emissão de ultra-som 9
2.3) Ressonância de ultra-som 9
2.4) Reflexão de ultra-som 10
2.5) Síntese da Revisão Bibliográfica 17

3.Aspectos físicos do ultra-som 18

3.1) Natureza do ultra-som 18
3.2) Fenômenos de Interface 20
3.2.1) Conversão de modo 20
3.2.2) Velocidade do ultra-som num meio material 21
3.2.3) Impedância Acústica Específica 24
3.2.4) Intensidade Acústica 24
3.2.5) Reflexão e Transmissão para Incidência Normal 25
3.3) Transformada de Hilbert 27

4.Metodologia Experimental 29

4.1) Processamento de Sinais 29
4.2) Calibrações 31
4.3) Aparato Experimental para Testes Gás-Líquido (EESC-USP) 33
4.4) Aparato Experimental para Testes no Circuito Core Flow (FEM-UNICAMP) 37
4.5) Determinação da Espessura do Filme de Água 39
4.5) Testes no Copo Cilíndrico (FEM-UNICAMP) 39
4.6) Efeito de Viscosidade 44

5.Resultados e Interpretações 46

5.1) Testes em Escoamento Ar-Água (NETeF-EESC-USP) 46
5.2) Testes em Escoamento Óleo-Água (FEM-UNICAMP) 53
5.3) Testes no Copo Cilíndrico (FEM-UNICAMP) 55
5.3.1) Calibração 55
5.3.2) Testes Transientes com Água e Ar 67
5.3.3) Testes com Água e Óleo 68

6.Conclusões e Sugestões 78

Referências 80

Bibliografia 84

Anexos 85

I-Curvas Reológicas dos Fluidos Utilizados 85

Apêndices 89

A-Dedução da equação de propagação da onda acústica 89
A.1) Equação de Estado 91
A.2) Equação da Continuidade 92
A.3) Equação de Euler 92
A.4) Reflexão e Transmissão para Incidência Normal 96

B-Outras Transformadas e Suas Aplicações 99
B.1) Fourier 99
B.2) Sinais Estacionários e Não-Estacionários 103
B.3) Wavelets 105
B.4) Fourier de Curto Tempo (TFCT) 110
B.5) Wigner-Ville 111

C-Análise de Incertezas 112

D-Resultados Experimentais Obtidos 115

D.1) Escoamento Ar-Água (NETeF-EESC-USP) 115
D.2) Testes no Copo Cilíndrico (FEM-UNICAMP) 117

CAPÍTULO 1

Introdução e Objetivos

Uma das atuais tendências no panorama energético mundial será a utilização crescente de óleos pesados e extra-pesados, uma vez que as reservas de óleo leve estão se exaurindo e há uma demanda crescente desse tipo de fonte de energia pelos mercados consumidores.

Segundo Mckay (2003), a demanda global de hidrocarbonetos cresceu de 90 milhões de *boe/d* em 1980 para aproximadamente 128 milhões de *boe/d* (óleo e gás) atualmente. Paralelamente a esse quadro, as atuais reservas provadas de óleo no mundo chegam a 1100 bilhões de *bbl* de óleo contra 750 milhões de *boe* de gás e 3000 bilhões de *boe* dos chamados óleos não convencionais (pesados e extra-pesados) como betumes e óleos com alta proporção de areia.

O termo "óleo pesado" refere-se aos óleos cuja densidade é menor que 20 °API (maior que 934 kg/m^3) com viscosidade variando de 100 a 10000 cp. Já o termo "óleo extra pesado" refere-se aos óleos cuja densidade é menor que 10 °API (maior que 1000 kg/m^3) com viscosidade maior que 10000 cp. (Kawata & Fujita, 2001).

Para a manipulação e transporte desses óleos pesados do fundo do poço à superfície, foi desenvolvida uma técnica chamada de *core flow* ou escoamento anular água-óleo que consiste na injeção de água na lateral do tubo de produção, com o objetivo de criar uma camada lubrificante em torno do núcleo de óleo, impedindo-o de um contato contínuo com a parede da tubulação.

Através dessa técnica foi possível a redução de potência de bombeamento em até 138 vezes caso o escoamento do óleo fosse realizado sem a lubrificação com água. Já a perda de carga por atrito atinge uma faixa de 3 a 25% da perda de carga devido à coluna hidrostática. (Vanegas Prada, J. W., 1999).

Idealmente, a vazão de água é relativamente pequena, requerendo um adequado monitoramento e controle da espessura do anel de água, visando mantê-lo estável frente a

perturbações que tipicamente ocorrem em escoamento bifásico. Em nível nacional, a medição de vazões de óleo, gás e água produzidos para cada poço se agravou no contexto da produção de óleos pesados sob condições *offshore* em águas profundas, dadas as condições adversas do ambiente, alta viscosidade do óleo, formação de emulsões de água em óleo. Este trabalho investiga a utilização de ultra-som para fins de monitoramento do filme de água em escoamentos gás-líquido e líquido-líquido.

Recentes avanços tecnológicos dos conversores analógico-digitais e computadores e da metodologia de análise de sinais dinâmicos, aliados às reduções de custos, tornaram o conjunto das informações em tempo real e sua análise uma opção tecnicamente atrativa. Dependendo das características dos sinais de ultra-som, é possível extrair informações sobre um determinado meio, sendo adequados para caracterização de líquidos, soluções com partículas em suspensão e escoamentos multifásicos.

O ultra-som pode ser aplicado em soluções com partículas em suspensão que são opticamente opacas, soluções com alta proporção de partículas em suspensão, câmaras de processos, além de não serem significativamente degradados para uma ampla faixa de condições de processo. As sondas de ultra-som fornecem medidas *in-situ* ou visualizações em tempo real, além de serem sistemas compactos, robustos e relativamente baratos. São capazes de medir densidade de fluidos e de soluções com partículas em suspensão, parâmetros reológicos, distribuição de tamanho de partículas, concentração e perfis de velocidade. (Bond et al, 2003).

Uma outra aplicação importante dessa técnica para a indústria do petróleo é a detecção de interfaces formadas por fases distintas em escoamentos bifásicos, ou acompanhar condições de processo durante mistura, sedimentação, estratificação e transporte de soluções com partículas em suspensão. Essa tecnologia pode agora ser empregada em tanques, vasos e tubulações tanto em pressão e temperatura ambiente como em pressões e temperaturas elevadas. As aplicações de ultra-som são divididas em 4 (quatro) grupos básicos e mostrados no Quadro 1.1 (Bond et al, 2003):

Técnica	Parâmetros	Aplicação
Reflexão do ultra-som	Amplitude, freqüência, fase	• Distância, nível, posição, velocidade do som; • Estrutura de objetos, interfaces (solidificação); • Presença de objetos (precipitação de pequenas partículas); • Densidade, viscosidade, concentração; • Grau de mistura; • Movimento, velocidade (Efeito Doppler);
Transmissão do ultra-som	Fase, amplitude	• Concentração de sistemas multicomponentes; • Distribuição de tamanho de partícula em suspensões, emulsões; • Vazão volumétrica e mássica, velocidade; • Densidade, viscosidade; • Temperatura;
Emissão de ultra-som	Freqüência, amplitude	• Monitoramento das condições de processo;
Ressonância de ultra-som	Fase, amplitude	• Massa, formato, camadas; • Viscosidade, viscoelasticidade, densidade; • Espécie química ou biológica específica; • Análise de multi-componentes

Quadro 1.1-Classificação das técnicas de medidas de ultra-som

Medidas com ultra-som oferecem ainda outras vantagens como alta precisão e rapidez da resposta, além de serem mais seguras e simples que técnicas convencionais como raios γ e raios X (Vatanakul, Zheng, Couturier, 2004).

Segundo Seleghim Jr. (2004), outras vantagens dessa técnica são: ausência de partes móveis envolvidas, possibilidade de uma medição não invasiva e não intrusiva e baixos níveis de energia.

A Figura 1.1 ilustra o conceito de uma medição não invasiva e não intrusiva:

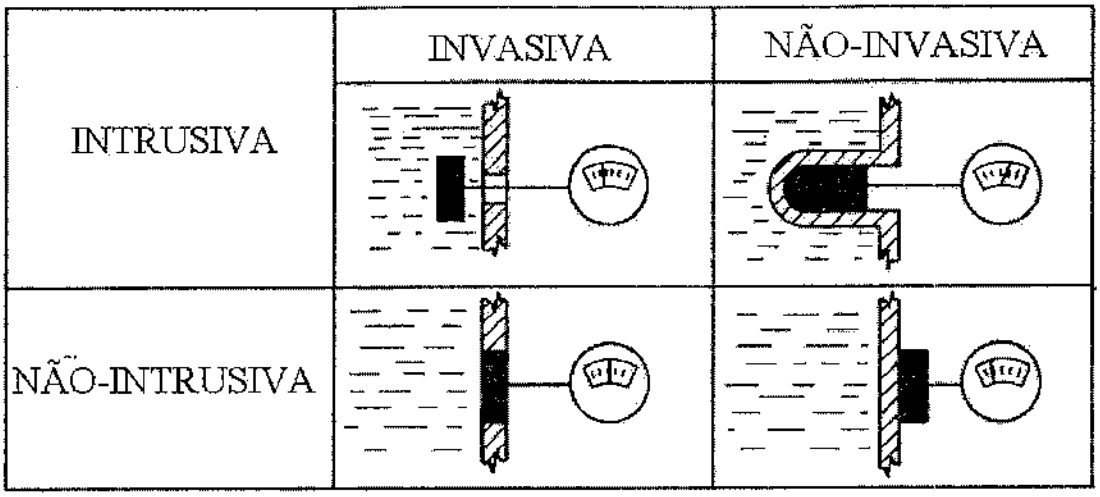

Figura 1.1-Definições de uma medição não invasiva e não intrusiva (fonte: Asher, R.C,1997)

Dentre as desvantagens, podemos assinalar: possibilidade de existência de alto poder de atenuação do sinal de ultra-som para certos tipos de materiais (fibra, emulsões e misturas), necessidade de processamento de sinais de alta freqüência, direcionamento do feixe, a complexidade do campo ultra-sônico.

O objetivo deste projeto é desenvolver uma ferramenta de medição de espessura instantânea do filme de líquido em escoamento gás-líquido e líquido-líquido utilizando técnicas de ultra-som. Essas medições são baseadas na emissão-recepção de pulsos ultra-sônicos no interior de um escoamento bifásico. Após serem emitidos junto à parede da tubulação onde há o escoamento

bifásico, esses pulsos ultra-sônicos são refletidos nas interfaces existentes entre os meios materiais . A captação desses pulsos refletidos consiste no chamado método pulso-eco.

Para escoamentos líquido-líquido, serão quantificados os tempos de trânsito desses pulsos no filme de água do escoamento *"core flow"*. A determinação desses tempos de trânsito e o conhecimento prévio da velocidade na água permitem a medição da espessura do filme de água para escoamentos gás-líquido e líquido-líquido. No caso de escoamentos líquido-líquido, uma vez obtidas essas espessuras, é possível inferir se o núcleo ultra-viscoso de óleo mantém-se lubrificado ou não. Por ser aplicada externamente ao tubo, esta técnica apresenta também interesse para utilização em campo, desde que a integridade do nível de interesse seja manter em ambientes muitas vezes excessivamente agressivos (ruídos, etc).

Para alcançar este objetivo, este trabalho experimental foi elaborado instalando-se uma seção de teste em alumínio e acrílico nos circuitos *"core flow"* e de gás-líquido, respectivamente. Nessa seção de testes são encontrados um gerador de pulsos que emite e recebe pulsos e sensores piezoelétricos que convertem pulsos ultra-sônicos em sinais elétricos e vive-versa. Assim, os capítulos subseqüentes compreendem os seguintes tópicos:

- Capítulo 2: revisão bibliográfica dos trabalhos relacionados à utilização de técnicas de ultra-som aplicadas em escoamentos multifásicos;

- Capítulo 3: aspectos físicos do ultra-som que, por sua vez, são subdivididos em: natureza do ultra-som, fenômenos de interface e transformada de Hilbert (processamento do sinal adquirido).

- Capítulo 4: metodologia e aparato experimental; descrição da bancada de teste em escoamento ar-água (EESC), do circuito *core flow* (FEM-UNICAMP); testes com fluido estático no copo cilíndrico (FEM-UNICAMP); descrição das sondas de ultra-som utilizadas;

- Capítulo 5: resultados e análise dos resultados obtidos; estabelecimento da aplicabilidade dessa técnica em escoamentos bifásicos gás-líquido e líquido-líquido; quantificação do valor mínimo de energia acústica para aplicação da técnica uma mistura bifásica óleo-água. Análise da atenuação da intensidade do sinal captado em função da variação do teor de água em óleo emulsionado para o qual a técnica pode ser aplicada. Análise da atenuação da intensidade do sinal captado em função da variação da viscosidade do óleo.

- Capítulo 6: conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

Revisão Bibliográfica

Os trabalhos citados neste capítulo referem-se às técnicas de ultra-som listadas no Quadro 1.1. Para a transmissão de ultra-som, as medições desejadas num determinado meio material são realizadas tomando-se as propriedades físicas do pulso ultra-sônico que é transmitido na interface entre os dois meios. Essas propriedades físicas são amplitude e tempo de trânsito do pulso ultra-sônico.

Para a reflexão de ultra-som, as medições desejadas num determinado meio material são realizadas tomando-se as propriedades físicas do pulso ultra-sônico que é refletido na interface entre os dois meios. Na emissão de ultra-som, um sensor piezoelétrico recebe pulsos ultra-sônicos gerados pelo meio material em investigação. A detecção dos sinais deve estar relacionada a meios materiais particulares por algoritmos específicos.

Na ressonância de ultra-som, pulsos ultra-sônicos interagem com o meio material e são captados por transdutores. Esses pulsos ultra-sônicos causam uma freqüência de oscilação desses transdutores que, por sus vez, estão em contato com um substrato piezoelétrico. A freqüência de ressonância do substrato piezoelétrico varia com a freqüência de oscilação dos transdutores. As medições desejadas no meio material investigado variam com a freqüência de ressonância. A técnica que está relacionada com esse trabalho é a reflexão de ultra-som. As demais técnicas foram colocadas para exemplificar algumas aplicações das mesmas.

2.1) Transmissão de ultra-som

Kumar e Horne (1995) utilizaram as propriedades do ultra-som transmitido para medir a velocidade e a vazão volumétrica num escoamento monofásico de água. Na seção de teste, foram instalados transdutores imersos no fluido, um a montante e outro a jusante do escoamento e em lados opostos da tubulação. O pulso percorria um caminho em forma de zig-zag, de forma que a velocidade foi determinada a partir do conhecimento dos tempos de trânsito do pulso nesse caminho. A partir do conhecimento da velocidade e densidade da água, foi determinada a vazão

volumétrica. As vazões obtidas através dessa técnica apresentaram boa precisão para valores abaixo de $63{,}09 \times 10^{-6}$ m^3/s, o que não era possível com outras ferramentas. A unidade de testes tem seção transversal quadrada de 25,4 mm e comprimento de entrada de 254 mm. Além disso, esse método apresentou rápidas respostas (da ordem de alguns segundos) para mudanças nas vazões volumétricas.

Carlson e Grennberg (1999) realizaram medidas de concentração de partículas num escoamento multifásico através de ultra-som. O objetivo desse trabalho era a medição de fração em peso de partículas de minério de ferro em água. Segundo o método utilizado, durante a transmissão do ultra-som num meio com partículas dispersas havia atenuação na energia sonora captada pelos receptores desse ultra-som. O aparato experimental consistia de um transdutor emissor que era fixo num lado de um recipiente e dois receptores fixos do outro. Um dos receptores estava fixado na mesma linha de centro do emissor enquanto que o outro estava a 6 mm dessa linha. Os sinais recebidos eram pré-amplificados e enviados para quatro canais de um osciloscópio digital com freqüência de amostragem de 200 MHz. O diâmetro das partículas variava de 0 a 100 μm. Nesse estudo, foi assumido que a forma de atenuação da energia sonora proveniente do emissor dependia da concentração de partículas. Uma maneira de comprovar essa dependência era a utilização de mais de um receptor. Desde que ambos receptores medem simultaneamente a energia fornecida pelo mesmo emissor, a energia captada por cada um dos receptores será dependente da concentração de partículas. O uso de dois receptores tinha como objetivo medir o grau de espalhamento da energia transmitida. Identificou-se que a razão entre as energias médias captadas por cada receptor era proporcional à fração em peso. Essa dependência linear era válida para frações em peso de 3% a 15%.

Macchi et al (2001) utilizaram ultra-som para medições de *"hold up"* em fluxos multifásicos. O *"hold up"* é a razão entre a vazão volumétrica de uma determinada fase presente no escoamento e a vazão volumétrica total. Os experimentos foram realizados numa coluna com 292 mm de diâmetro interno. Os fluidos de trabalho foram ar, água e partículas com diâmetro de 1,3 mm. O ar e a água eram introduzidos na coluna através de uma placa perfurada. No topo da coluna, uma seção de expansão separava o ar do líquido. O ar era descartado para atmosfera enquanto que o líquido era direcionado para um tanque de estocagem e recirculado para base da

coluna. Transdutores (emissor e receptor) foram colocados em cada lado da coluna a 533 mm da placa de distribuição de ar. Num escoamento em bolhas, a intensidade do sinal decaia exponencialmente com o aumento do "*hold up*" de gás. A velocidade superficial do líquido foi de 0,007 m/s. Para um sistema sólido-líquido, a velocidade superficial do líquido variou de 0,033 m/s a 0,087 m/s. Para a faixa de "*hold up*" de sólido estudada (25 a 60%, base volumétrica), a atenuação diminuiu com o aumento da fração em peso de sólidos.

2.2) Emissão de ultra-som

Bouchard et al (1994) utilizaram a emissão de um ultra-som para monitoramento de reações de cristalização, estimando o tamanho de sólidos em suspensão num vaso agitador. Um corpo de prova em aço permitia o contato acústico com o fluido de processo. Na outra ponta do corpo de prova foi instalado um sensor piezoelétrico. Os sinais elétricos gerados pelo sensor eram transmitidos para um pré-amplificador que os retransmitia para uma estação de monitoramento. Foram utilizadas partículas de vidro com faixas de diâmetros variando de 400 μm a 455 μm, 160 μm a 250 μm e 80 μm a 115 μm.

2.3) Ressonância de ultra-som

Nomura et al (2001) determinaram propriedades iônicas e viscosidade de um líquido utilizando um dispositivo SAW (ondas acústicas superficiais com meio líquido, no caso). O dispositivo SAW consistia de dois elementos ressonantes e um canal no qual escoava a amostra de líquido. Os líquidos utilizados foram soluções iônicas de LiCl, KCl e SrCl com água, além de uma mistura de água e glicerol. Os elementos ressonantes eram constituídos por dois transdutores e dois refletores. Os transdutores interagiam com a amostra de líquido. A freqüência de oscilação desses transdutores variava a freqüência de ressonância de um substrato piezoelétrico. Resultados experimentais mostraram que a freqüência de ressonância varia com a condutividade elétrica de uma solução iônica como LiCl, KCl e SrCl e com a raiz quadrada do produto da densidade e viscosidade de um líquido (mistura água/ glicerol). Os resultados mostraram que a técnica se mostra eficaz para medição das propriedades de líquidos.

2.4) Reflexão de ultra-som

Starkovich et al (1980) realizaram medições de espessura de filme de água num recipiente cilíndrico de aço e compararam com a técnica eletro condutiva local. Os experimentos foram realizados para três arranjos do transdutor e filme de água: transdutor em contato direto com o filme de água, transdutor em contato com a base do cilindro de aço e transdutor em contato com uma haste de alumínio que estava em contato com a base do cilindro de aço. Nestas duas últimas configurações, o filme de água estava dentro do cilindro de aço. Para a primeira configuração, a faixa de filme de água medida foi de 0,75 mm a 7,49 mm. Comparando-se os dois métodos, os desvios relativos das medidas para essa primeira configuração foram de 1,33% a 2,56%. Para a segunda configuração, a faixa de filme de água medida foi de 0,75 mm a 1,40 mm. Os desvios relativos das medidas para essa segunda configuração foram de 1,33% a 4,76%. Para a terceira configuração, a faixa de filme de água medida foi de 2,83 mm a 3,07 mm. Os desvios relativos das medidas para essa terceira configuração foram de 0,65% a 1,92%.

Chang, Ichikawa e Irons (1982) mediram a espessura do filme de água num escoamento ar-água e ar-mercúrio em tubulações horizontais com 19 mm e 24 mm de diâmetros internos, respectivamente. Os valores de espessura encontrados com a utilização da técnica do pulso-eco foram comparados com os valores encontrados quando uma quantidade de água conhecida era introduzida na parte anular entre dois cilindros concêntricos. Para o escoamento de ar-água, a faixa de espessura de filme de líquido medida foi de 1,15 mm a 11,1 mm; para o escoamento ar-mercúrio, a faixa de espessura de filme de líquido medida foi de 3,57 mm a 17,14 mm. Houve boa concordância entre os dois métodos. Outro efeito observado resultante da aplicação do ultra-som e que não influenciou de maneira significativa os valores de espessura de filme obtidos foi o aumento da temperatura do filme de líquido. Esse aumento de temperatura foi de 20°C a 76°C.

Chun et al (1984) analisaram o efeito da espessura e material de parede da tubulação, a freqüência do ultra-som em medições de espessura de filme de líquido em escoamento ar-água. A análise do efeito de parede foi realizada com as seguintes espessuras: 3,87 mm, 3, 2 mm e 1,4 mm. Para esses valores de espessura, foram utilizadas transdutores com freqüências de 2,25 MHz, 5 MHz e 10 MHz. Para a espessura de 1,4 mm testada com freqüência de 1 MHz, era

impossível localizar a posição de pico de um eco individual devido a superposição de ecos sucessivos. Neste trabalho foi proposta uma relação para determinar a mínima espessura de parede em função da velocidade do ultra-som no material da parede, da freqüência da onda e do número de pulsos ultra-sônicos por período. Para observar o efeito do material da parede da tubulação, dois materiais foram utilizados (aço inoxidável e um "acrílico especial"). Os testes revelaram que a amplitude do eco na interface água ar é aproximadamente um décimo da interface água/aço, enquanto que a amplitude do eco da interface água/ar é muito maior que a amplitude da interface água/acrílico.

Chang e Morala (1990) determinaram a espessura do filme de líquido de um sistema bifásico ar-água utilizando técnica de ultra-som. O sistema era constituído de um tubo horizontal com diâmetro interno de 20 mm. Esse estudo foi realizado com quatro padrões de escoamento: estratificado liso (Q_l = 38,7x10^{-6} m^3/s e Q_g=0), estratificado com ondas (Q_l = 16,3x10^{-6} m^3/s e Q_g=416,67x10^{-6} m^3/s), *"plug flow"* (Q_l = 50x10^{-6} m^3/s e Q_g=33,3x10^{-6} m^3/s) e *"slug flow"* (Q_l = 44,3x10^{-6} m^3/s e Q_g=416,67x10^{-6} m^3/s). O padrão *"plug flow"* é caracterizado por bolhas alongadas que situam-se na parte superior da tubulação horizontal. Já o regime *"slug flow"* caracteriza-se por bolhas de gás em forma de pistão que também situam-se na parte superior da tubulação. Nesse regime, existem pequenas bolhas de gás que se desprenderam da bolha em forma de pistão, permanecendo atrás dessa última. Os resultados foram apresentados sob a forma de histogramas da freqüência relativa da espessura do filme de água para esses padrões. Os histogramas mostraram que para o regime estratificado liso, a espessura do filme foi de 7 mm. Já para o regime estratificado ondulado, a espessura do filme foi de 7 mm e 10 mm. A espessura do filme de água para os regime *slug flow* variou de 7 mm a 20 mm. Um outro resultado foi o cálculo da espessura média desse filme em função do *"hold up"*. Com os valores instantâneos de espessura de líquido para uma determinada condição de vazão volumétrica de gás e líquido, determinou-se uma média temporal da espessura média do filme de líquido. Foi obtido, então, um gráfico de dispersão dos pontos com os valores de espessura média para cada valor de *"hold up"*. Aplicando-se um modelo de regressão polinomial, foi obtida uma correlação quadrática para a espessura média do filme de líquido em função do *"hold up"*. A correlação proposta apresentou boa concordância com os dados experimentais, tendo uma variância de 6,3 mm^2 para os padrões *plug* e *slug flow* para frações de vazio menores ou iguais a 0,95.

Lu, Suryanarayana e Christodoulu (1993) mediram a espessura do filme de condensado de R-113 e FC-72 (composto inerte à base de flúor) num duto de seção transversal retangular. Os experimentos com cada um desses fluidos foram realizados separadamente. As medições de espessura de filme foram realizadas em vários pontos ao longo do duto. A velocidade do ultra-som no R-113 e FC-72 foram determinadas experimentalmente e comparada com os valores encontrados na literatura. Para R-113, a velocidade do ultra-som foi de 784,31 m/s com desvio relativo de 6,9%. Para FC-72, a velocidade do ultra-som foi de 523,5 m/s com desvio de 1,3%. Foi utilizado o método pulso-eco para determinação da espessura do filme de condensado. Vapor de R-113 era injetado na entrada do duto, havendo condensação de parte desse vapor à medida que o vapor escoava pelo duto. Neste trabalho, foi proposta uma correlação para o cálculo da espessura do filme ao longo do trecho de duto considerado. Essa técnica se mostrou aplicável quando o escoamento era estratificado liso ou possui ondulações de pequenas amplitudes. Acima de certos valores de amplitude, não era possível a determinação da interface utilizando um osciloscópio. Essas situações ocorriam quando as velocidades de injeção de vapor eram superiores a 1,6 m/s a 10°C e 1,27 m/s a 40°C para R-113; para FC-72, os valores críticos de injeção de velocidade de vapor eram de 1,13 m/s a 10 °C e 0,81 m/s a 50 °C. Tanto para R-113 quanto para FC-72, a faixa de espessura de condensado medida foi de 0,2 mm a 0,5 mm. O máximo desvio relativo entre o valor medido e o valor calculado pela correlação foi de 8,69% para o R-113. Para o FC-72, o máximo desvio relativo foi de 5%.

Serizawa et al (1994) aplicaram a técnica de reflexão do ultra-som para a determinação da espessura local e temporal do filme de líquido num escoamento estratificado ar-água. Foram utilizados dois tipos de transdutores: um com 12,7 mm de diâmetro e freqüência nominal de 5 MHz e outro com 3,2 mm de diâmetro e freqüência de 10 MHz. A seção de teste consistia de um canal retangular com 100 mm de largura, 50 mm de altura e 500 mm de comprimento. As medições do filme de líquido foram realizadas na parte central do canal. Para obter um filme de líquido quase-estável, água era fornecida ao canal por um tanque completamente cheio para evitar as instabilidades induzidas pela bomba. Os resultados obtidos pelo método ultra-sônico foram comparados com os métodos que utilizam laser, corante fluorescente na água e o da impedância elétrica. Nos testes realizados com método do corante fluorescente e ultra-som, as

velocidades superficiais de ar e água foram 4,8 m/s e 0,029 m/s, respectivamente. As espessuras médias de filme, 5 mm. Numa segunda etapa, as velocidades superficiais de ar e água foram 4,9 m/s e 0,055 m/s, respectivamente. As espessuras médias de filme, 6 mm. Houve concordância entre os resultados obtidos entre os métodos da impedância elétrica e do ultra-som, o mesmo ocorrendo entre o método que utilizava laser.

Kumar e Horne (1995) realizaram experimentos utilizando reflexão de ultra-som para examinar a exatidão de uma ferramenta experimental para medir as velocidades de gás ou óleo que foram borbulhados numa coluna estática de água de uma tubulação de 139,7 mm de diâmetro interno. O método de reflexão era baseado no efeito Doppler, que consiste numa variação da freqüência de uma onda sonora quando o emissor ou receptor dessa onda está em movimento. Num escoamento em bolhas, uma onda sonora é refletida na interface entre o ar e o líquido. A freqüência refletida dessa mesma onda sonora é diferente quando as bolhas estão em movimento e quando as mesmas estão em repouso. Essa diferença de freqüência era proporcional à velocidade de ascensão das bolhas na coluna de água. As velocidades medidas foram comparadas com as velocidades verdadeiras determinadas pela gravação do movimento das bolhas por uma câmera de vídeo. As leituras eram linearmente relacionadas com as velocidades verdadeiras numa faixa de 0,22 m/s a 0,387 m/s, tendo um desvio máximo relativo de 7%. As combinações de fluidos de teste foram: hélio e água, ar e água, ar numa mistura de água e glicerina e, por fim, óleo em água.

Xu e Xu (1997) realizaram a identificação de padrões de fluxo e medidas de fração de vazios através de reflexão ultra-sônica em escoamentos ar-água. O aparato experimental consistia de um tubo de acrílico com 220 mm de comprimento, 187 mm de diâmetro interno e 7 mm de espessura da parede. Um conjunto de transdutores (6 semi-circulares e 36 retangulares) foram montados na parede do tubo a uma altura de 110 mm da base. Os sinais dos transdutores foram capazes de reconstruir uma imagem da seção transversal ao escoamento após processamento. Os padrões de fluxo identificados foram: anular, intermitente, estratificado e bolhas. A estimativa da fração de vazios na seção transversal foi realizada com base na imagem reconstruída da seção transversal ao escoamento. A técnica mostrou ser capaz de identificar padrões de fluxo e fração de vazios na seção transversal.

Kamei e Serizawa (1998) mediram espessura instantânea de filme de líquido em função do tempo e da posição circunferencial numa seção de teste tubular que simula a injeção de combustível nuclear. Nestes experimentos, a faixa de velocidade superficial de gás foi de 10,7 m/s a 30 m/s e de 0,013 m/s a 0,063 m/s para o líquido. A espessura do filme de água foi obtida medindo-se os tempos de trânsito do ultra-som, conhecendo-se a velocidade do ultra-som na água. As medidas da espessura do filme foram tomadas a cada 4 ms em 40 posições da área lateral do cilindro anular. Essas posições eram tais que formaram uma espiral, tendo como referência a área lateral do cilindro. As demais posições do cilindro anular foram interpoladas linearmente. Os resultados de uma maneira geral mostraram que, quanto menor a velocidade superficial do gás, maior será a espessura média do filme de líquido. No aparato experimental, foi utilizado um transdutor que emite e recebe os pulsos, um refletor rotativo e um micro-motor de acionamento.

Nakamura et al (1998) realizaram medidas do perfil de velocidades e da espessura do filme de líquido para escoamentos estratificados liso e ondulado num duto horizontal. Para o regime estratificado liso, o perfil de velocidade obtido foi comparado com aquele obtido através da utilização de partículas de poliestireno adicionadas ao meio líquido. Uma câmera de vídeo tirava fotos sucessivas que destacavam as partículas de poliestireno (densidade relativa 1,01) e, conseqüentemente, o perfil de velocidade do meio líquido. As espessuras do filme de líquido obtidas foram comparadas com a técnica eletro-condutiva local (técnica invasiva, na qual uma ponta de prova em forma de agulha é instalada perpendicularmente ao sentido do escoamento e mede variações de tensão elétrica local). Os experimentos com regime estratificado ondulado tiveram por objetivo comprovar a aplicação do ultra-som para medir flutuações tanto no perfil de velocidades quanto na interface gás-líquido. Os resultados foram comparados com os perfis de velocidade e espessura de filme de líquido teóricos caso uma onda solitária propagasse num escoamento estratificado liso. O duto tem uma seção horizontal de 0,1m x 0,7m x 28,3m. Uma vazão constante de 4.17×10^{-3} m^3/s foi utilizada nesses experimentos, resultando numa espessura de líquido de 120 mm e uma velocidade média de 0,348 m/s. Um gerador de ondas na entrada do tanque foi utilizado para gerar ondas periódicas oscilando verticalmente. Para o escoamento

estratificado ondulado, houve uma flutuação de até 18,8 mm acima do valor de espessura quando o regime era estratificado liso, isto é, 120 mm.

Eren, Lowe e Basharan (2002) investigaram propriedades e tipos de materiais presentes em fluidos, particularmente bolhas de ar. A presença das bolhas causava variações na intensidade do sinal. Para realização desse trabalho, dois transdutores foram instalados numa tubulação de 80 mm de diâmetro. O segundo transdutor foi instalado a 45° do primeiro. Os testes consistiram na passagem de bolhas de vários tamanhos ao longo do percurso do ultra-som. Os sinais transmitidos e recebidos eram mostrados num osciloscópio digital. Um computador contendo o programa de aquisição de dados (Lab View) foi utilizado para receber e analisar os sinais do osciloscópio. Os sinais representam amostras para um intervalo de tempo. Para vários intervalos de tempo, o conjunto de amostras sucessivas indica a presença ou ausência de bolhas de ar de diferentes tamanhos ao longo do percurso do ultra-som. Para avaliar o tamanho e densidade das bolhas foi utilizada a transformada de wavelets. Para um líquido sem a presença de bolhas, a amplitude do sinal captado foi de 0,08 V. A atenuação do sinal mostrada pela transformada de Wavelets nessa situação foi de 22 dB. Para um líquido com uma única bolha, a amplitude do sinal captado foi de 0,01 V. Nessa situação a bolha se encontrava no percurso do ultra-som. A atenuação do sinal mostrada pela transformada de Wavelets nessa segunda situação foi de 92 dB. Na presença de bolhas, os gráficos da transformada de Wavelets mostravam manchas escuras na região onde as bolhas se encontravam. O tamanho e a freqüência das manchas estavam relacionados com a densidade e tamanho das bolhas.

Greenwood e Bamberger (2002) mediram viscosidade e velocidade de uma onda transversal em líquidos através de ultra-som. Uma onda transversal é aquela cujo movimento de oscilação das partículas do meio material se dá na direção transversal ao sentido de propagação da onda. O objetivo desse trabalho era a utilização da reflexão de uma onda transversal numa interface sólido-líquido para fornecer medidas on-line de viscosidade. A taxa de deformação de um fluido é dependente da viscosidade e do módulo de cisalhamento. Para os líquidos com baixa viscosidade o coeficiente de reflexão é proporcional à viscosidade, (viscosidade é dominante em relação ao módulo de cisalhamento). Para líquidos viscosos, o módulo de cisalhamento é proporcional ao coeficiente de reflexão, (módulo de cisalhamento é dominante em relação à

viscosidade). Os experimentos foram realizados com líquidos com baixa viscosidade (de 1cP a 50 cP) água e solução de água com açúcar) e para líquidos com alta viscosidade (50 cP a 934 cP). Os líquidos utilizados nesse trabalho com baixa viscosidade foram água e soluções de água com açúcar. As porcentagens de açúcar nas soluções com água variaram de 0 a 60% em massa. As viscosidades medidas através desse método foram comparadas com as medidas realizadas com o viscosímetro Haake. Para líquidos com baixa viscosidade, o coeficiente de reflexão era proporcional à viscosidade, isto é, a viscosidade era dominante em relação ao módulo de cisalhamento. Para líquidos com alta viscosidade, o coeficiente de reflexão era proporcional ao módulo de cisalhamento, isto é, o módulo de cisalhamento era dominante em relação à viscosidade. O coeficiente de reflexão pôde ser determinado a partir das impedâncias acústicas dos meios sólidos e líquidos cuja viscosidade foi medida. Por outro lado, com as medidas de viscosidade realizadas a partir do viscosímetro, foi calculado um coeficiente de reflexão teórico. Para líquidos com baixa viscosidade, os desvios relativos do coeficiente de reflexão foram de 0,1%. Para líquidos com alta viscosidade, a faixa de desvios relativos do coeficiente de reflexão foi de 0,1% a 9,86%.

Fiedler, Yildiz e Auracher (2003) determinaram a espessura do filme de condensado de vapor numa tubulação inclinada com 7 mm de diâmetro interno utilizando a técnica do pulso-eco. Os resultados foram comparados com os valores encontrados pela técnica eletro-condutiva local (técnica invasiva, na qual uma ponta de prova em forma de agulha é instalada perpendicularmente ao sentido do escoamento e mede variações de tensão elétrica local). A faixa de medidas de espessura de filme foi de 0,5 mm a 1,1 mm. Comparando-se as duas técnicas utilizadas, os desvios relativos foram até 15%. Os ângulos de inclinação do tubo foram 30°, 60° e 90° a uma pressão de 10kPa na entrada do tubo. O estudo concluiu que a espessura local do filme aumenta com a diminuição da inclinação do tubo com a horizontal, mas não afeta de forma significativa a espessura média desse filme.

Wurfel, Kreutzer e Fratzscher (2003) determinaram a variação circunferencial da espessura de filme de um escoamento anular através do método do pulso-eco num escoamento adiabático num tubo inclinado em regime turbulento. Os fluidos de teste foram n-heptano e ar. Uma correlação para cálculo da espessura média do filme foi proposta em função de alguns parâmetros

adimensionais (número de Reynolds e número de Weber) e da viscosidade cinemática do líquido. A faixa de valores de espessura de filme foi de 0,06 mm a 0,11 mm. Os valores de espessura de filme encontrados pela correlação concordam com os valores encontrados por outros autores.

2.5) Síntese da Revisão Bibliográfica

Os trabalhos que se aplicam ao presente estudo são aqueles relacionados à reflexão de ultrasom com determinação de espessura de filme de líquido em escoamentos gás-líquido e líquido-líquido. Este trabalho tem uma abordagem unidimensional. A determinação da espessura do filme de líquido é somente na direção radial da tubulação onde ocorre o escoamento. Além de unidimensional, a determinação dessa espessura de filme é pontual; não há avaliação da espessura do filme de líquido ao longo do comprimento da tubulação no qual há o escoamento bifásico. As novidades mostradas nesse trabalho é a determinação da espessura local e instantânea do filme de água através da utilização da Transformada de Hilbert conforme descrito no item 3.3 e 4.1. Não foi realizada uma avaliação tridimensional da espessura do filme de água como função do tempo, posição circunferencial e ao longo do comprimento da tubulação.

CAPÍTULO 3

Aspectos físicos do ultra-som

Neste capítulo são abordados alguns aspectos físicos do ultra-som que estão relacionados com esse estudo. Dentre eles podemos citar: natureza do ultra-som, conversão de modo, velocidade do ultra-som num meio material, impedância acústica específica, intensidade acústica, reflexão e transmissão para incidência normal e transformada de Hilbert.

3.1) Natureza do ultra-som

O ultra-som é uma forma de energia que se caracteriza por vibrações mecânicas que se propagam num meio material. As freqüências dessas ondas ultra-sônicas são maiores que 20 kHz, o que as tornam inaudíveis ao ser humano (Asher, R.C., 1997).

Em comparação com a luz, quando esta se comporta como onda, o ultra-som possui características particulares (Asher, R.C., 1997):

a) não é transmitido pelo vácuo, necessitando de um meio material para se propagar;
b) a faixa de velocidades do ultra-som (300 m/s-6000 m/s) são bem menores que a da luz (3.10^8 m/s no vácuo);
c) a velocidade da luz num meio depende da freqüência, o que pode ser comprovado pela decomposição da luz por um prisma. Já o ultra-som é pouco dependente da freqüência, havendo situações em que esse fato não se comprova;
d) a luz possui um comprimento de onda muito menor (tipicamente $5x10^{-4}$ mm) do que o som (frações de milímetros para ultra-som na água a 10 MHz);
e) a freqüência da luz é da ordem de milhões de GHz enquanto que o ultra-som tem freqüências de alguns kHz a dezenas de MHz;
f) em termos ópticos, o ultra-som sofre reflexão, refração, interferência e difração, como a luz;
g) quanto à direção de propagação, o ultra-som pode ser longitudinal, cujo movimento das partículas do meio se dá no sentido contrário ou não da direção de propagação da onda. O efeito disso é uma série de compressões e descompressões das partículas do meio

material. O ultra-som pode ainda ser transversal, no qual o movimento das partículas se dá na direção transversal em relação à direção de propagação. Isso pode ser melhor visualizado na Figura 3.1:

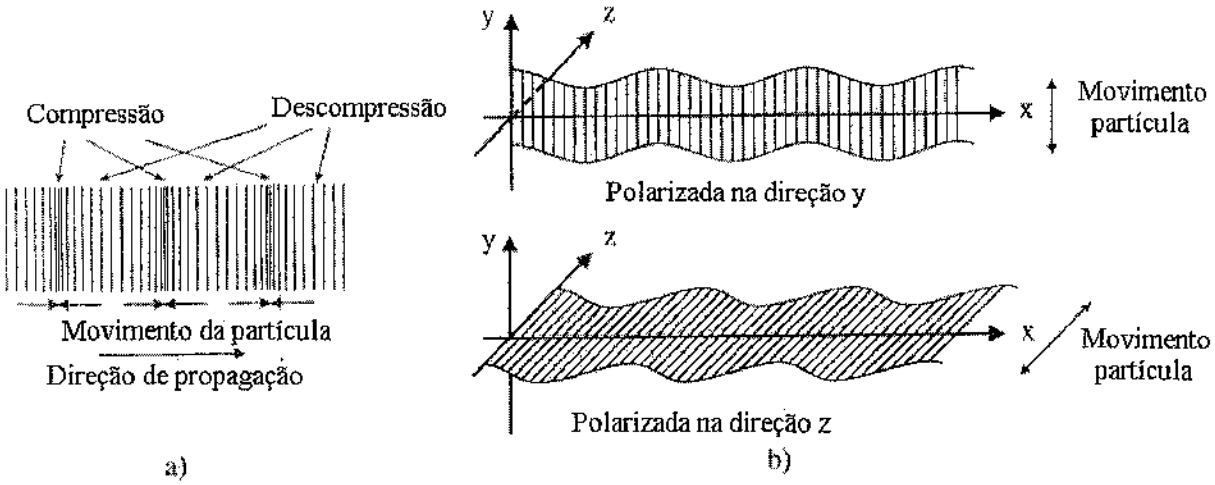

Figura 3.1-Ultra-som longitudinal (a) e transversal (b) (fonte: Asher, R. C., 1997)

Um terceiro tipo de onda ultra-sônica são as chamadas ondas de Rayleigh e são geradas quando o meio é limitado por fronteiras como, por exemplo, a interface entre dois meios. O movimento das partículas para esse tipo de onda é elíptico, sendo o eixo maior da elipse perpendicular à superfície conforme a Figura 3.2 (Asher, R.C.,1997):

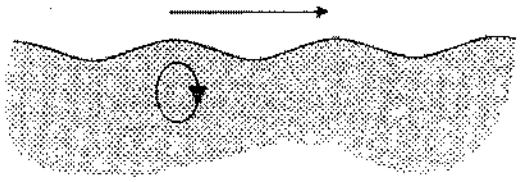

Figura 3.2-Exemplo de onda de Rayleigh (fonte Asher, R.C., 1997)

3.2) Fenômenos de Interface

3.2.1) Conversão de modo

Um dos fenômenos que ocorrem quando uma onda ultra-sônica atinge uma interface entre dois meios é a conversão de modo pelo qual uma onda longitudinal se converte em uma onda longitudinal e outra transversal, por exemplo. Esse fenômeno ocorre somente na interface entre dois meios durante a reflexão da onda. A Figura 3.3 ilustra de maneira esquemática esse fenômeno (Asher, R.C., 1997):

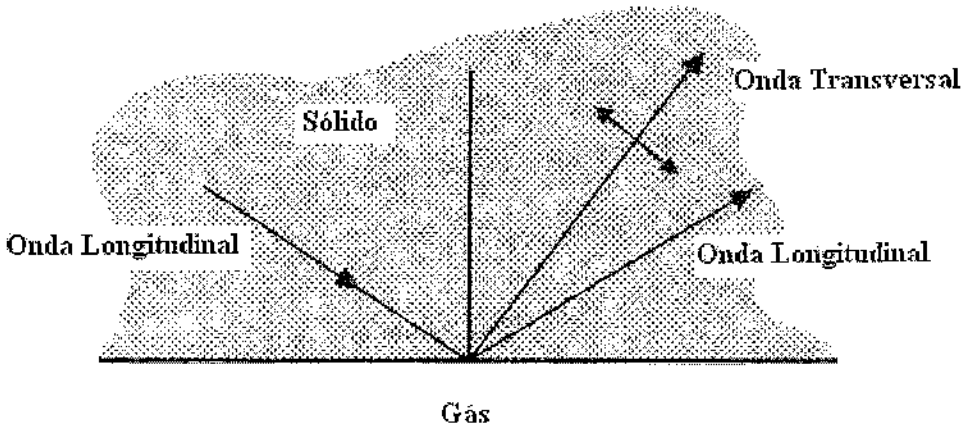

Figura 3.3-Esquema de conversão de modo do ultra-som (fonte: Asher, R.C.,1997)

A conversão pode ocorrer no ultra-som transmitido também. Um caso possível é a formação de quatro feixes de ultra-som: um longitudinal e outro transversal, ambos refletidos e um longitudinal e outro transversal, ambos transmitidos. Essa situação ocorre somente quando os dois meios são sólidos. O ultra-som transversal pode propagar-se somente em sólidos e líquidos muito viscosos. O ultra-som longitudinal pode propagar-se em gases e líquidos com baixa viscosidade. A conversão de um ultra-som transversal incidente em transversal e longitudinal também é possível (Asher, R.C.,1997).

3.2.2) Velocidade do ultra-som num meio material

Neste tópico, será abordado o comportamento da velocidade de uma onda sonora num meio. A dedução da equação de propagação de uma onda sonora pode ser encontrada no apêndice A. Quando uma onda sonora se propaga num meio, há uma mudança na pressão do mesmo. A pressão acústica é definida como o excesso de pressão num ponto qualquer quando a onda acústica passa por esse ponto, isto é (Kinsler, L.E. et al, 1980):

$$p = P - P_o \tag{3.1}$$

na qual P e P_o são, respectivamente a pressão instantânea e na condição de equilíbrio do fluido (quando a onda não está passando).

Conforme mostrado no apêndice A, para um gás perfeito em condições adiabáticas, temos:

$$\frac{P}{P_o} = \left(\frac{\rho}{\rho_o}\right)^{\gamma} \tag{3.2}$$

na qual γ é o coeficiente isentrópico (razão entre os calores específicos a pressão constante e a volume constante). Ainda, segundo o apêndice A, a velocidade do som num meio pode ser dado por:

$$V = \sqrt{\frac{\eta}{\rho_o}} \tag{3.3}$$

na qual V é a velocidade do som no fluido, $\eta = \rho_o \left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)\Big|_{\theta}$ é o módulo de compressibilidade volumétrico e θ é a temperatura absoluta do fluido. Da definição do módulo de compressibilidade volumétrico em (3.3), podemos escrever:

$$V = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)_{adiabático}} \tag{3.4}$$

Para um gás perfeito em condições adiabáticas (vide 3.2):

$$V_g = \sqrt{\frac{\gamma P_o}{\rho_o}} \tag{3.5}$$

Os valores típicos de velocidade do som em gases são de 145 m/s a 1300 m/s (dependendo do gás). Para líquidos, deve-se utilizar um módulo volumétrico adiabático tal que $\eta = \gamma\, \eta_{iso}$, na qual η_{iso} é o módulo de compressibilidade volumétrico em condições isotérmicas. O módulo de compressibilidade volumétrico isotérmico é mais fácil de determinar-se, sendo definido por $\eta_{iso} = -\vartheta\left(\frac{\partial P}{\partial \vartheta}\right)_{\theta}$ (Asher, R.C,1997).

$$V_{liq} = \sqrt{\frac{\gamma \eta_{iso}}{\rho_o}} \tag{3.6}$$

na qual γ, η_{iso} e ρ_o são variáveis que dependem da pressão e temperatura do líquido.

Os valores típicos de velocidade do som em líquidos são de 300 m/s a 2000 m/s. Uma outra versão da equação (3.6) é (Asher, R.C, 1997):

$$V_{liq} = \sqrt{\frac{\zeta_p(\gamma - 1)}{\delta_p^2 \theta}} \tag{3.7}$$

na qual ζ_p é o calor específico a pressão constante, δ_p o coeficiente de expansão linear (a pressão constante) e θ a temperatura absoluta. A água possui propriedades químicas e físicas peculiares incluindo as características ultra-sônicas; é uma das poucas substâncias cuja velocidade do som aumenta com a temperatura. Esse comportamento é causado pelas ligações químicas existentes na água (pontes de hidrogênio). Esse fenômeno é ilustrado pela Figura 3.4:

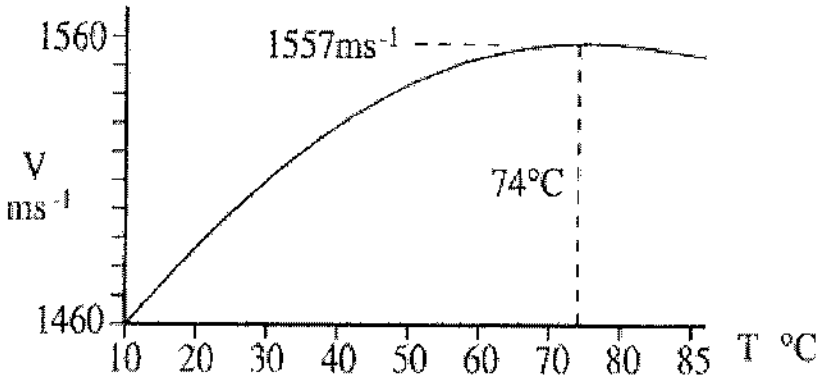

Figura 3.4-Comportamento da velocidade do som na água em função da temperatura (fonte: Asher, R.C. 1997)

Para a maioria dos líquidos puros, ζ_p, γ, α_p não mudam muito com a temperatura. Com isso, a velocidade do som diminui com o aumento da temperatura segundo (3.7). Para a água, ζ_p, γ, α_p variam consideravelmente com a temperatura e o resultado líquido é o aumento da velocidade com a temperatura. Em altas pressões a velocidade do ultra-som na água aumenta significativamente. A taxa de variação desta velocidade com a variação de pressão é em torno de 0,16 m/s/bar (Asher, R.C.,1997).

Para o ultra-som longitudinal, a velocidade num meio sólido é dada por:

$$V_l = \sqrt{\frac{\eta + \frac{4}{3}G}{\rho_o}} \tag{3.8}$$

na qual G é o módulo de cisalhamento medido em Pa. A faixa de velocidades do som num sólido pode ir de 1500 m/s a 6000 m/s (dependendo do sólido), com exceção da alumina que pode atingir 11000 m/s (Asher, R.C.,1997).

A velocidade do ultra-som transversal num meio sólido pode ser determinada por (Asher,R.C.,1997):

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \tag{3.9}$$

3.2.3) Impedância Acústica Específica

Conforme demonstrado no apêndice A, a impedância acústica específica é definida como a razão entre a pressão acústica p no meio e a velocidade da partícula de fluido u:

$$Z = \frac{p}{u} \tag{3.10}$$

Para ondas planas, cada variável acústica (deslocamento de uma partícula, densidade do meio, etc) tem uma amplitude constante num plano qualquer perpendicular à direção de propagação da onda. Conforme demonstrado no apêndice A, para esse tipo de onda é válida a relação:

$$Z = \pm \rho_o V \tag{3.11}$$

O sinal negativo ou positivo depende da direção de propagação da onda em relação a um sistema de coordenadas adotado. A diferença entre impedâncias acústicas é uma propriedade que influencia significativamente o comportamento do som na interface entre dois meios. A impedância acústica específica é uma característica do meio, representando a resistência desse último à passagem da onda. A unidade de impedância acústica é o rayl, tendo dimensões de kg/m^2s. Na prática, é utilizado o Mrayl (10^6 rayls) (Kinsler, L.E., 1980).

3.2.4) Intensidade Acústica

A intensidade acústica I de uma onda sonora é definida como a média temporal do fluxo superficial de potência sonora, sendo a superfície a área normal à direção de propagação. É medida em W/m^2. O "fluxo instantâneo" é definido por pu, onde u é a velocidade instantânea da

partícula de fluido submetida ao excesso de pressão p. Assim, a intensidade acústica é a média temporal do fluxo instantâneo (Kinsler, L.E., 1980):

$$I = \langle pu \rangle_t = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_1}^{t_2} pu dt \tag{3.12}$$

Partindo-se da relação entre a velocidade da partícula de fluido u e a pressão acústica para uma onda plana, podemos mostrar que a intensidade acústica I pode ser escrita por (Kinsler, L.E., 1980):

$$I = \pm \frac{1}{2} \frac{p^2}{\rho_o V} \tag{3.13}$$

A pressão acústica p pode também ser escrita como:

$$p = \omega A Z \tag{3.14}$$

na qual A é a amplitude e ω é a freqüência da onda sonora.

De (3.14) em (3.13) , podemos escrever:

$$I = \frac{1}{2} \omega^2 A^2 Z \tag{3.15}$$

3.2.5) Reflexão e Transmissão para Incidência Normal

A Figura 3.5 ilustra a reflexão e a transmissão de uma onda acústica quando atinge uma interface entre dois meios com impedâncias diferentes:

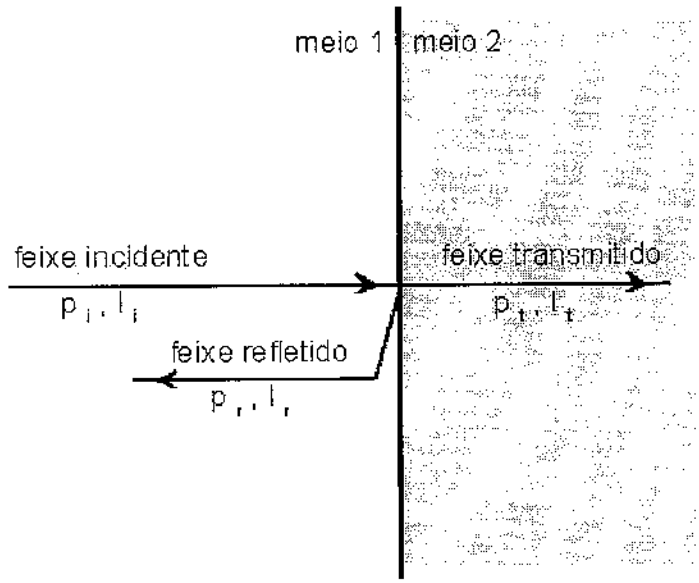

Figura 3.5- Reflexão e transmissão de ultra-som entre dois meios (fonte: Seleghim Jr, P., 2004)

A demonstração da expressão matemática do coeficiente de reflexão e transmissão entre dois meios se encontra no apêndice A. O coeficiente de reflexão é dado pela razão entre as pressões acústicas refletida e incidente (p_r e p_i) (Kinsler, L.E., 1980):

$$R = \frac{p_r}{p_i} = \frac{Z_{II} - Z_I}{Z_{II} + Z_I} \tag{3.16}$$

A intensidade do coeficiente de reflexão pode ser determinada por:

$$R_M = \frac{I_r}{I_i} = \frac{(Z_{II} - Z_I)^2}{(Z_{II} + Z_I)^2} \tag{3.17}$$

Lembrando que $1 + R = T$, podemos escrever para o coeficiente de transmissão:

$$T = \frac{p_t}{p_i} = \frac{2Z_{II}}{Z_{II} + Z_I} \tag{3.18}$$

$$T_M = \frac{I_t}{I_i} = \frac{4Z_I Z_{II}}{(Z_{II} + Z_I)^2} \tag{3.19}$$

3.3) Transformada de Hilbert

A transformada de Hilbert é utilizada para a extração das funções de modulação em amplitude e freqüência. Dado um sinal qualquer *x(t)*, com a aplicação da transformada de Hilbert é possível a decomposição do sinal *x(t)* na seguinte forma (Poularikas, A. D.,1999):

$$x(t) = A(t)sin(\phi(t)t) \tag{3.20}$$

na qual *A(t)* e *ϕ(t)* são amplitude e fase instantâneas, ambas desconhecidas inicialmente. Uma outra grandeza é a freqüência instantânea $\dot{\phi}(t)$ que é a taxa de variação da fase com o tempo *t*. A transformada de Hilbert é definida por:

$$w(t) = \mathrm{H}[x(t)] = \frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{x(\eta)}{t-\eta}d\eta \tag{3.21}$$

na qual H*[x(t)]* é a transformada de Hilbert de *x(t)*. A transformada inversa de Hilbert é definida por:

$$x(t) = H^{-1}[w(t)] = -\frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{w(\eta)}{t-\eta}d\eta \tag{3.22}$$

Seja *z(t)* a extensão analítica associada ao sinal de *x(t)* definido por:

$$z(t) = A(t)e^{i\phi(t)} \tag{3.23}$$

A partir da expressão do sinal analítico, podemos determinar a amplitude e fase instantânea como sendo:

$$A(t) = \sqrt{[x(t)]^2 + [\mathrm{H}[x(t)]]^2} \tag{3.24}$$

$$\phi(t) = artg\left[\frac{\mathrm{H}[x(t)]}{x(t)}\right] \tag{3.25}$$

A freqüência instantânea pode ser obtida derivando-se a equação (3.25):

$$\dot{\phi}(t) = \frac{\frac{d\mathrm{H}[x(t)]}{dt} x(t) - \mathrm{H}[x(t)] \frac{dx(t)}{dt}}{x^2(t) + \mathrm{H}^2[x(t)]} \tag{3.26}$$

A banda passante de um sinal pode ser entendida como o maior intervalo em freqüência no qual a amplitude desse sinal é diferente de zero. Fora desse intervalo, a amplitude será nula.

Para um modelo proposto de modulação do sinal *x(t)* em amplitude e fase, a validação desse modelo será concretizada se for atendido o Teorema de Bedrosian. Por esse teorema, a amplitude e a fase instantâneas, inicialmente desconhecidas, seguirão esse modelo proposto se a maior freqüência da banda passante f for menor que a freqüência instantânea $\dot{\phi}(t)$ para qualquer valor de *t*.

Uma vez atendido o teorema de Bedrosian, teremos um sinal *x(t)* descrito segundo (3.20), sendo a amplitude e fase instantânea dadas pelo modelo proposto (senoidal, por exemplo). O desacoplamento entre a amplitude e freqüência instantâneas propiciado pela transformada de Hilbert permite que a freqüência instantânea $\dot{\phi}(t)$ ou a amplitude instantânea estejam relacionadas com um fenômeno físico.

Um exemplo disso é o medidor de vazão do tipo vórtices. Nesse medidor, a freqüência dos vórtices formados na região posterior a um obstáculo existente dentro escoamento está relacionada com o número de Strouhal (adimensional). O número de Strouhal é dado por:

$$St = \frac{\dot{\phi}(t) D_{\mathrm{int}}}{\overline{V}} \tag{3.27}$$

na qual $\overline{V}$ é a velocidade média do escoamento. Conhecidos o número de Strouhal do medidor e o diâmetro interno da tubulação, a freqüência instantânea é proporcional à velocidade média do escoamento. Uma vez conhecida a velocidade média do escoamento, podemos determinar a vazão volumétrica e mássica.

CAPÍTULO 4

Metodologia Experimental

A Figura 4.1 ilustra o chamado método pulso-eco, no qual um pulso de ultra-som é emitido e a parte refletida na interface é captada num receptor. Nessa figura, é mostrado também o eco original.

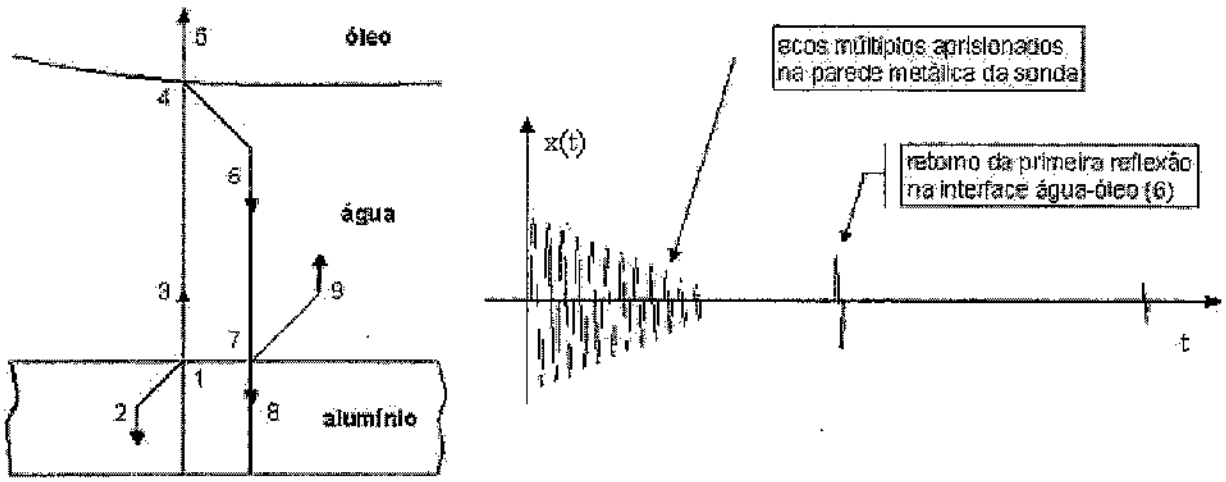

Figura 4.1-Método pulso-eco (fonte: Seleghim Jr, P., 2004)

4.1) Processamento de Sinais

A determinação do tempo de trânsito do ultra-som num determinado meio pode ser realizada utilizando-se a transformada de Hilbert. Na Figura 4.1 é mostrada um sinal característico do ultra-som. Nessa figura, as primeiras oscilações correspondem ao pulso de excitação inicial com os ecos múltiplos gerados pelo pulso aprisionado na parede de alumínio. A cada interface que o ultra-som refletido atinge, são gerados pulsos que aparecem no eco orginal. Ainda na Figura 4.1, são mostrados os valores de amplitude de cada pulso refletido e do pulso de excitação em função do tempo.

O sinal no qual será aplicada a transformada de Hilbert é uma correlação cruzada entre o sinal característico $x(t)$ e um pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface alumínio-fluido. Esse fluido pode ser ar, água ou óleo, dependendo do caso. A escolha de um destes três pares de meios será explicada mais adiante.

Essa correlação cruzada é utilizada para fazer uma "limpeza" do sinal original *x(t)*, eliminando ecos secundários e ruídos. A correlação cruzada entre o sinal original e o pulso gerado pela reflexão na interface alumínio-fluido é definida por:

$$R_{x\Omega} = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\Omega(t-\tau)dt \tag{4.1}$$

na qual $\Omega(t)$ é o sinal que corresponde ao pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface alumínio/fluido. O resultado dessa correlação cruzada é mostrado de maneira esquemática na Figura 4.2:

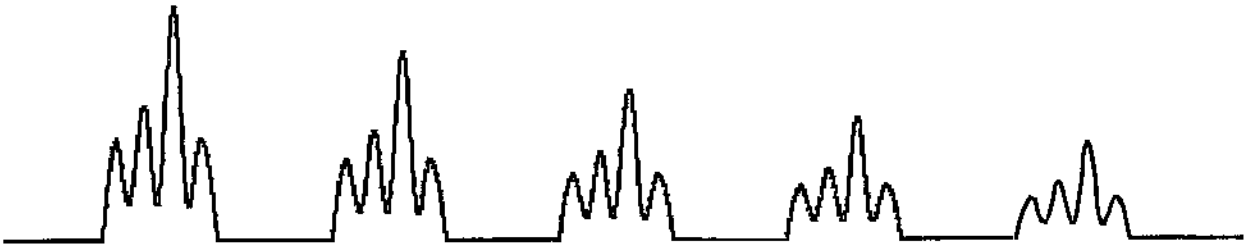

Figura 4.2-Sinal resultante $R_{x\Omega}$ da correlação cruzada ente sinal original e o pulso gerado pela reflexão na interface alumínio/fluido (fonte: Seleghim Jr, P., 2004)

Numa segunda etapa, é realizada a determinação da amplitude e freqüência instantânea a partir da extensão analítica *z(t)* associada ao sinal de correlação cruzada $R_{x\Omega}$. Esse procedimento está descrito segundo as equações de (3.20) a (3.27), substituindo-se a variável independente *x(t)* nessas equações pelo sinal de correlação cruzada $R_{x\Omega}$.

A terceira etapa consiste na detecção dos picos do sinal de amplitude instantânea. Na Figura 4.3 é mostrado o envelope do sinal resultante da correlação $R_{x\Omega}$. A extração do envelope é realizada ligando-se os picos de amplitude do sinal da correlação $R_{x\Omega}$. Uma vez obtido esse envelope, a detecção dos picos do sinal de amplitude instantânea pode ser realizada. A diferença temporal entre dois picos de amplitude identificados adequadamente fornece os tempos de trânsito do ultra-som num determinado meio.

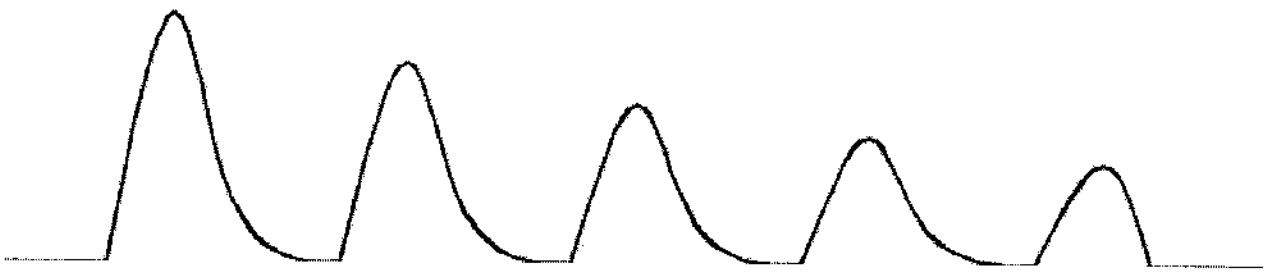

Figura 4.3-Envelope do sinal resultante da correlação $R_{x\Omega}$ (fonte: Seleghim Jr, P., 2004)

O envelope do sinal de correlação cruzada mostrado na Figura 4.3 gera incerteza na detecção dos valores de amplitude. Na Figura 4.2, existem vales no sinal de correlação cruzada cujo valor é diferente do valor de amplitude fornecido pela Figura 4.3. Isso pode sr visualizado através de uma superposição das duas figuras. Para esse trabalho, essa incerteza é pequena, uma vez que nas Figuras 4.2 e 4.3, os picos de amplitude máxima são coincidentes.

4.2) Calibrações

A determinação dos tempos de trânsito do ultra-som num meio foi descrita no item 4.1. Para a determinação da espessura do filme de água conforme mostrado na Figura 4.1, é preciso também conhecer a velocidade do ultra-som no meio aquoso. O processo de calibração consiste na determinação da velocidade do ultra-som na água.

Neste estudo, foram determinadas também as velocidades do ultra-som no alumínio, óleos e emulsões num copo cilíndrico. Para a determinação da espessura do filme de água nos testes com ar e água, a velocidade do ultra-som na água foi obtida a partir de um escoamento monofásico de água. De maneira geral, nos testes com ar-água e no copo cilíndrico, a velocidade do ultra-som num determinado meio (alumínio, água ou óleo) foi determinada por:

$$V = \frac{2\lambda}{t} \tag{4.2}$$

na qual λ é uma espessura conhecida e t é o tempo de trânsito do ultra-som para um determinado meio. Nos testes com ar e água λ corresponde ao diâmetro interno da tubulação conforme Figura 4.4. Nos testes com copo cilíndrico, λ corresponde à espessura da base de alumínio do copo ou a uma espessura conhecida de água ou óleo, utilizando-se uma escala graduada em cm que foi

colada à parede de vidro do copo conforme Figura 4.5. Na Figura 4.5, λ_f corresponde à espessura conhecida de fluido, podendo ser água, óleo ou emulsões.

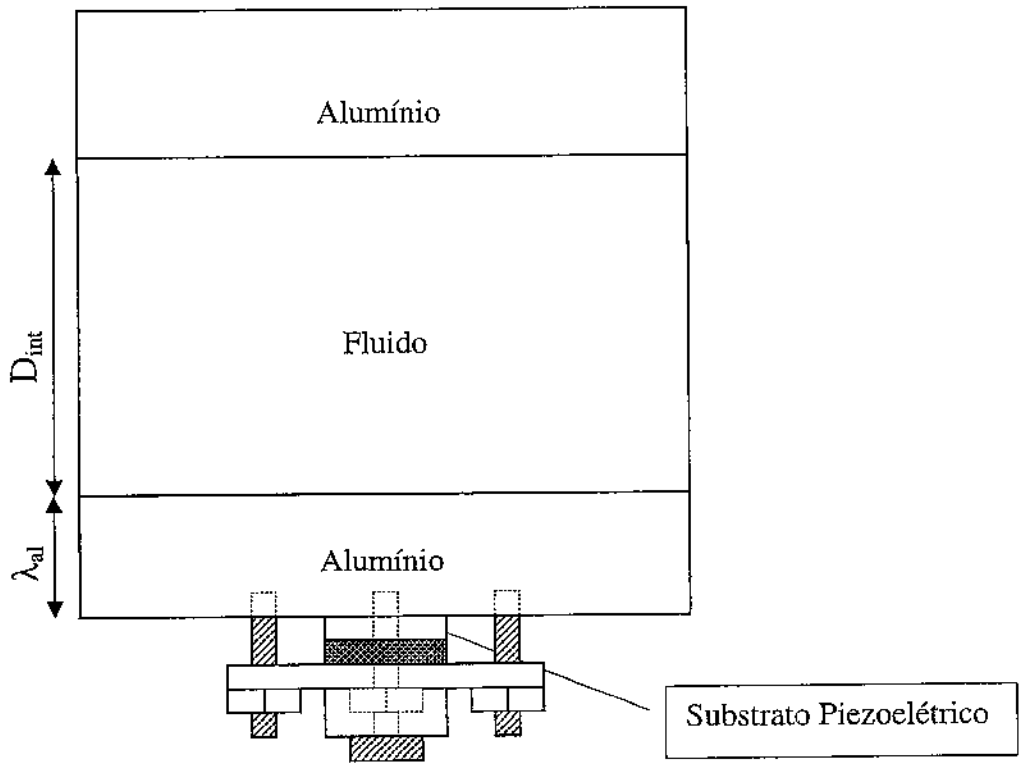

Figura 4.4-Seção de teste de ultra-som utilizada na calibração da velocidade do ultra-som na água para os testes em escoamento ar-água

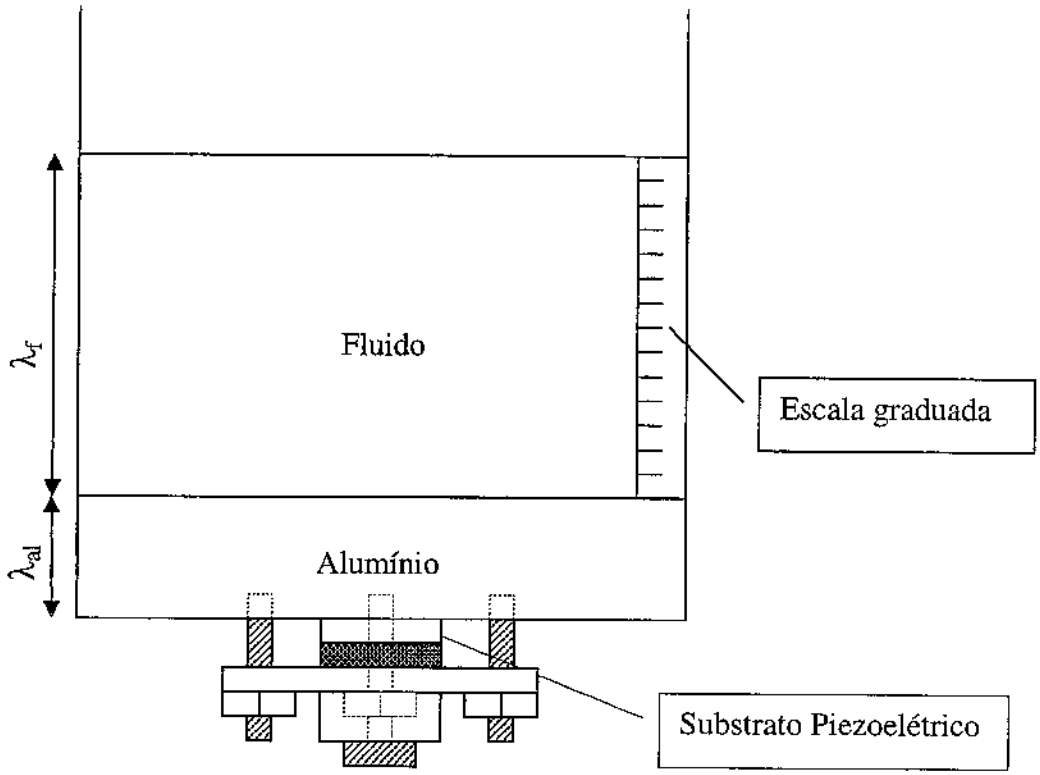

Figura 4.5-Arranjo do copo cilíndrico para calibração da velocidade do ultra-som na água, óleo e emulsões

4.3) Aparato Experimental para Testes Gás-Líquido (EESC-USP)

Os testes em escoamento gás-líquido foram realizados na EESC-Escola de Engenharia de São Carlos-USP. Os fluidos de trabalho utilizados nesses testes foram ar e água. A bancada de testes da EESC era constituída por uma bomba trifásica da marca EBERLE de 10 HP e de servo-válvulas FY301 da Smar que controlam a entrada de ar comprimido. Nas placas de orifício da linha de ar e água, foram instalados transdutores de pressão diferencial da marca Smar. A Figura 4.6 mostra de maneira esquemática a bancada de testes da EESC. A tubulação da bancada era em acrílico com diâmetro interno médio de 29,39 mm e espessura de 5 mm.

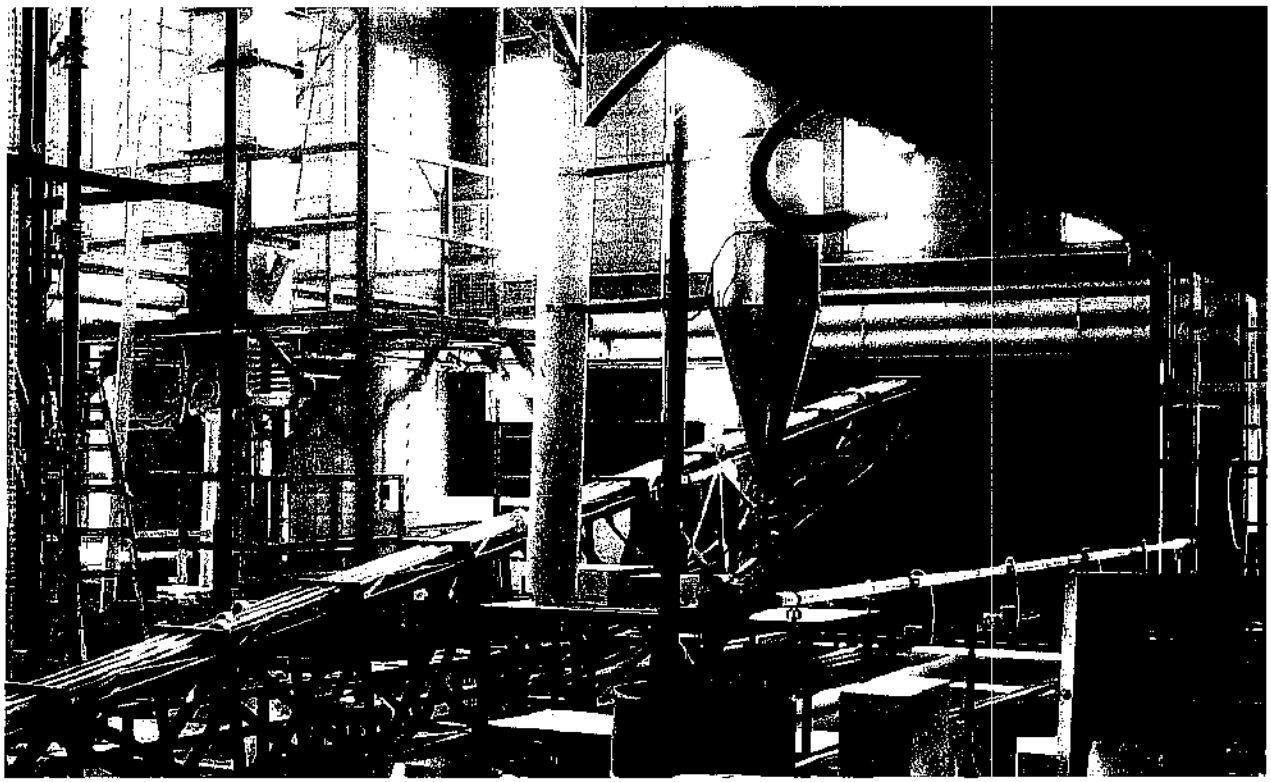

Figura 4.6-Bancada de testes da EESC-USP

Todo o processamento de sinais foi implementado numa plataforma Lab View que é responsável pela aquisição do sinal proveniente da sonda de ultra-som. A sonda gera sinais elétricos que serão convertidos em pulsos ultra-sônicos por transdutores piezoelétricos e vice versa. Os sinais elétricos gerados que chegam ao receptor provenientes do ultra-som refletido na interface entre dois meios são enviados para o programa de aquisição de dados. A Figura 4.7 mostra os transdutores piezoelétricos instalados na tubulação da bancada de testes da Figura 4.6. A Figura 4.8 mostra um fluxograma esquemático do programa de aquisição de dados.

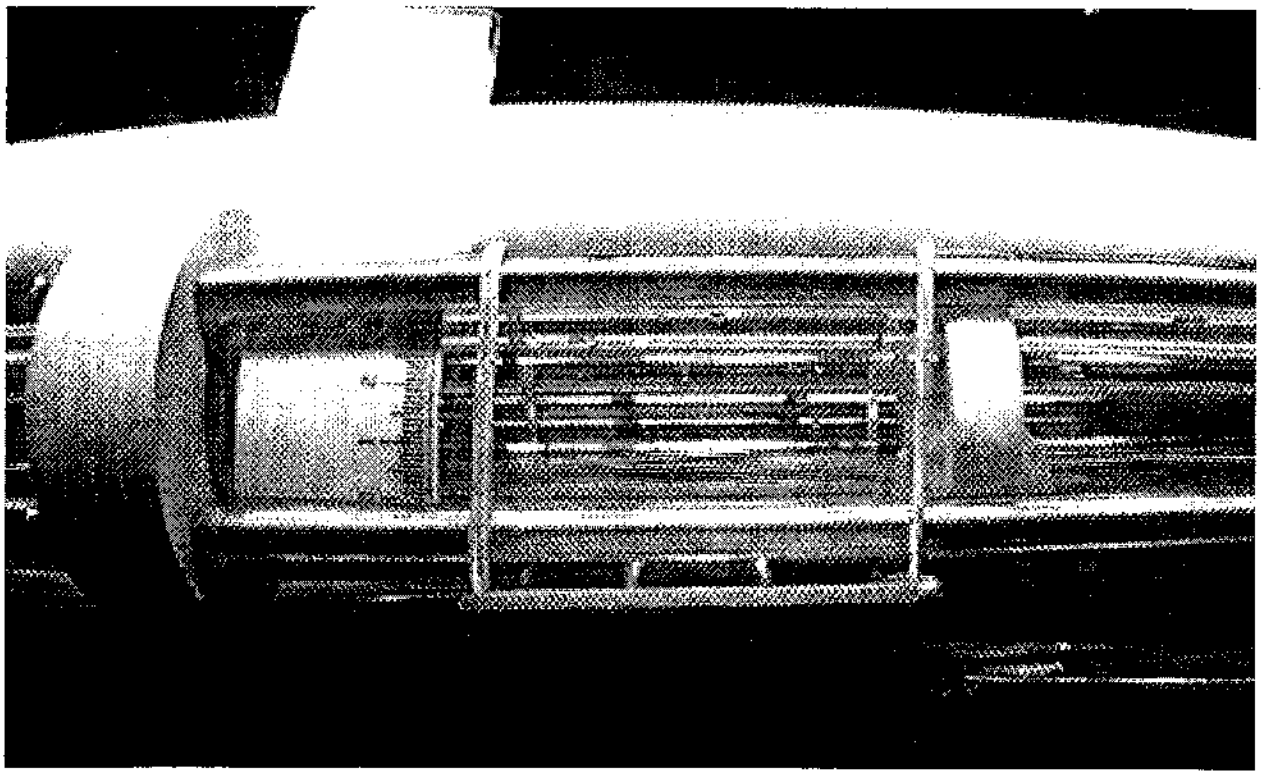

Figura 4.7-Arranjo dos substratos piezoelétricos da bancada de testes de São Carlos

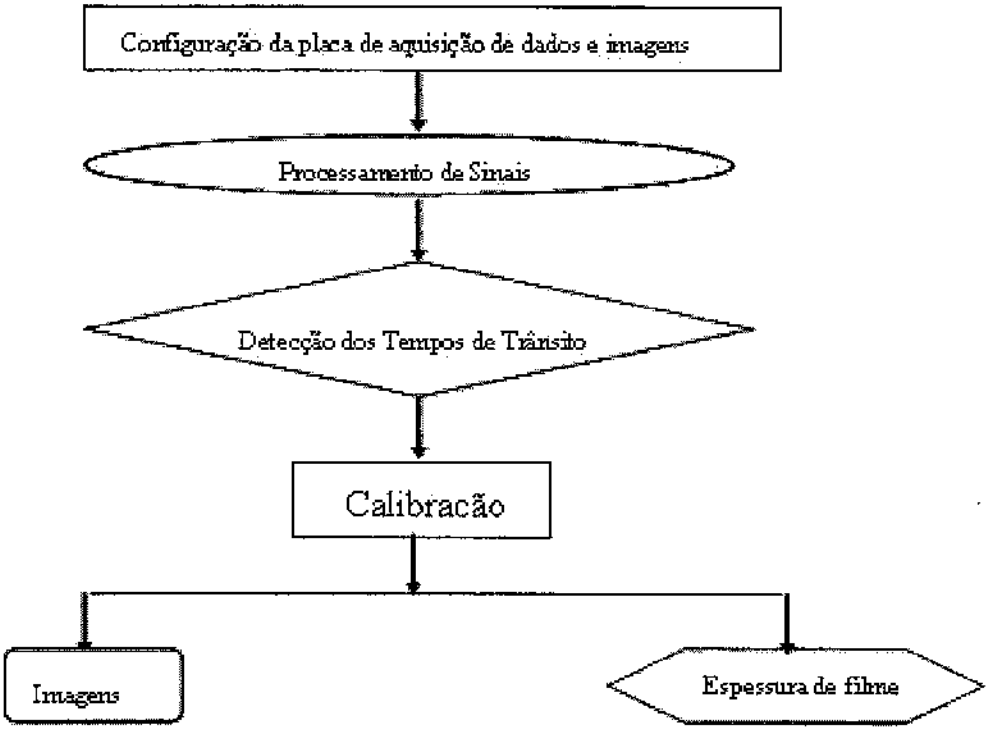

Figura 4.8 Fluxograma do programa em Lab View para aquisição de dados

Os sinais de pressão desses sensores eram capturados e digitalizados por 7 canais analógicos de uma placa de aquisição NI-PXI 6025E, da National Instruments. Um sinal analógico para acionamento da bomba e das servo-válvulas era enviado pelo software em Lab View para estações de transferência automático/manual AM01P da Smar, que faziam o controle do inversor de freqüência da bomba e das servo-válvulas (marca VFD-B da Deltha Electronics).

Uma sonda de ultra-som foi instalada externamente à tubulação para aquisição do sinal por um módulo de processamento NI PXI-8176. O sinal captado pelo receptor da sonda de ultra-som era enviado para uma placa osciloscópio NI PXI-5112. O módulo de processamento e a placa osciloscópio eram da National Instruments.

4.4) Aparato Experimental para Testes no Circuito *Core Flow* (FEM-UNICAMP)

Os testes em escoamento líquido-líquido foram realizados no circuito *core flow* da FEM-Faculdade de Engenharia Mecânica-UNICAMP; nos testes em escoamento líquido-líquido, os fluidos de trabalho utilizados foram água e óleo de Marlim. A viscosidade inicial do óleo de Marlim era de 500 cP e densidade de 925,5 kg/m^3 a 25°C. Os testes em escoamento líquido-líquido visavam a comprovação da aplicabilidade dessa técnica do ultra-som em escoamento óleo-água. O circuito *core flow* é mostrado na Figura 4.9:

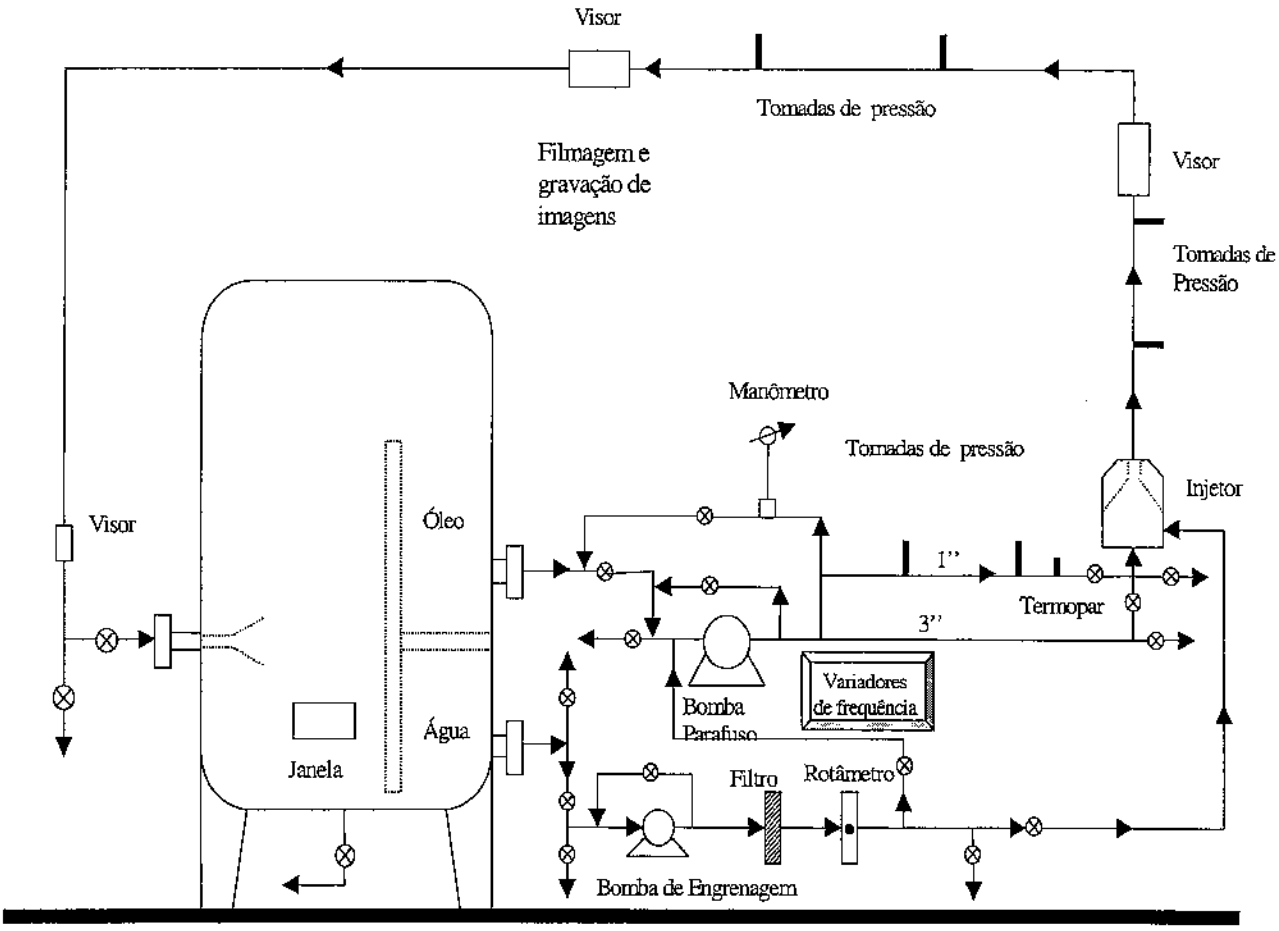

Figura 4.9-Esquema do circuito core flow (fonte:Vanegas Prada, J.W.,1999)

Conforme mostrado na Figura 4.9, o circuito *core flow* é constituído por um separador gravitacional, uma linha de água e uma de óleo que se unem num injetor. Após esse injetor,

existe uma linha de vidro cujo diâmetro nominal de 1 polegada onde escoa o regime bifásico de água e óleo (Trevisan, F.E.,2003).

O separador tem capacidade para 600 l de óleo, tendo em seu interior chicanas para permitir a desaceleração da mistura bifásica de óleo e água e a separação numa etapa posterior. O tanque possui uma saída para água e outra para o óleo. A saída de água é abaixo da saída do óleo, pois a água se concentra na parte inferior do tanque por ter maior densidade A linha de água em PVC tem diâmetro nominal de 1 polegada, estendendo-se da saída do tanque até o injetor. Nesse trajeto, existe uma bomba centrífuga de 0.5 CV de potência, um filtro para reter óleo que não foi separado por gravidade, um rotâmetro para medição da vazão e um manômetro para verificar e monitorar a pressão na linha. A vazão também pode ser controlada por um inversor de freqüência. A bomba de água é da marca Pro bombas, modelo TG-04 (Trevisan, F.E.,2003).

A linha de óleo estende-se desde a saída do separador até o injetor, tendo uma bomba de deslocamento positivo, um manômetro com os mesmos fins da linha de água. A tubulação de óleo tem diâmetro nominal de 1 polegada. As vazões de óleo são controladas por outro inversor de freqüência e medidas por um medidor do tipo Coriolis da marca Massflo, modelo mass 2100. A bomba de óleo é da marca Geremia, modelo 2-HF-50 com capacidade de 0.5 dm^3/ciclo. Ambos inversores de freqüência são da marca Baldor (Trevisan, F.E.,2003).

Após o injetor, segue trechos retos vertical, horizontal e vertical novamente até o separador, fechando-se o circuito. As linhas de óleo e água possuem by pass na região onde estão instaladas as bombas, além de drenos para situações emergenciais. O separador também possui um dreno.

A sonda de ultra-som foi instalada num suporte conforme figura 4.5. Esse dispositivo de ultra-som é da marca Panametrics, modelo 500 PR com freqüência nominal de 25 MHz, podendo gerar de 500 a 5000 pulsos por segundo. O módulo de processamento de aquisição de dados é NI PXI-8176, tendo uma placa osciloscópio digital NI PXI 5112, todos da National Instruments. Na Figura 4.10 é mostrada a sonda de ultra-som instalada no circuito *core flow*:

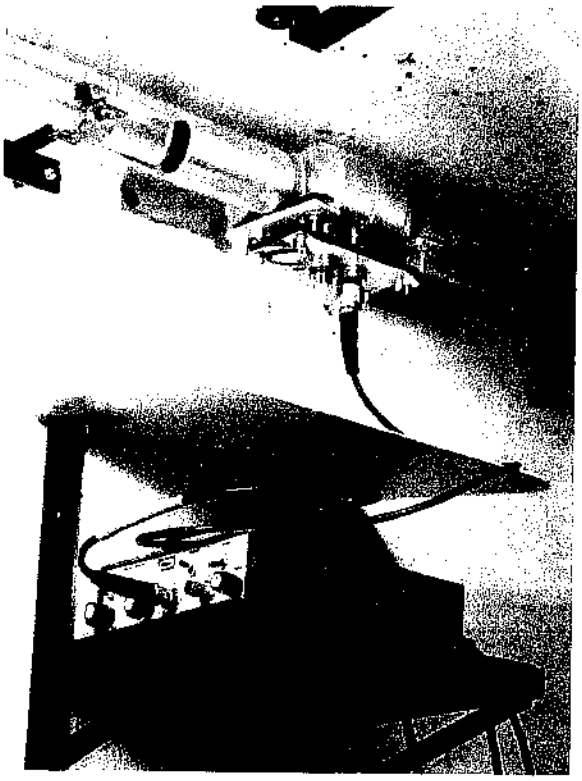

Figura 4.10 Sonda de ultra-som do circuito core flow (fonte: Seleghim Jr, P., 2004)

4.5) Determinação da Espessura do Filme de Água

A espessura do filme de água num escoamento ar-água ou óleo-água pode ser determinada por:

$$e = \frac{V_{aq}\, t_{aq}}{2} \tag{4.3}$$

na qual e é a espessura do filme de água.

4.5) Testes no Copo Cilíndrico (FEM-UNICAMP)

Os testes no copo cilíndrico visavam quantificar um valor mínimo de energia acústica para aplicação da técnica do ultra-som numa mistura bifásica óleo-água. Um outro aspecto que foi avaliado foi a atenuação da intensidade do sinal captado em função da variação do teor de água em óleo emulsionado para o qual a técnica pode ser aplicada. A Figura 4.11 mostra de maneira esquemática o copo cilíndrico:

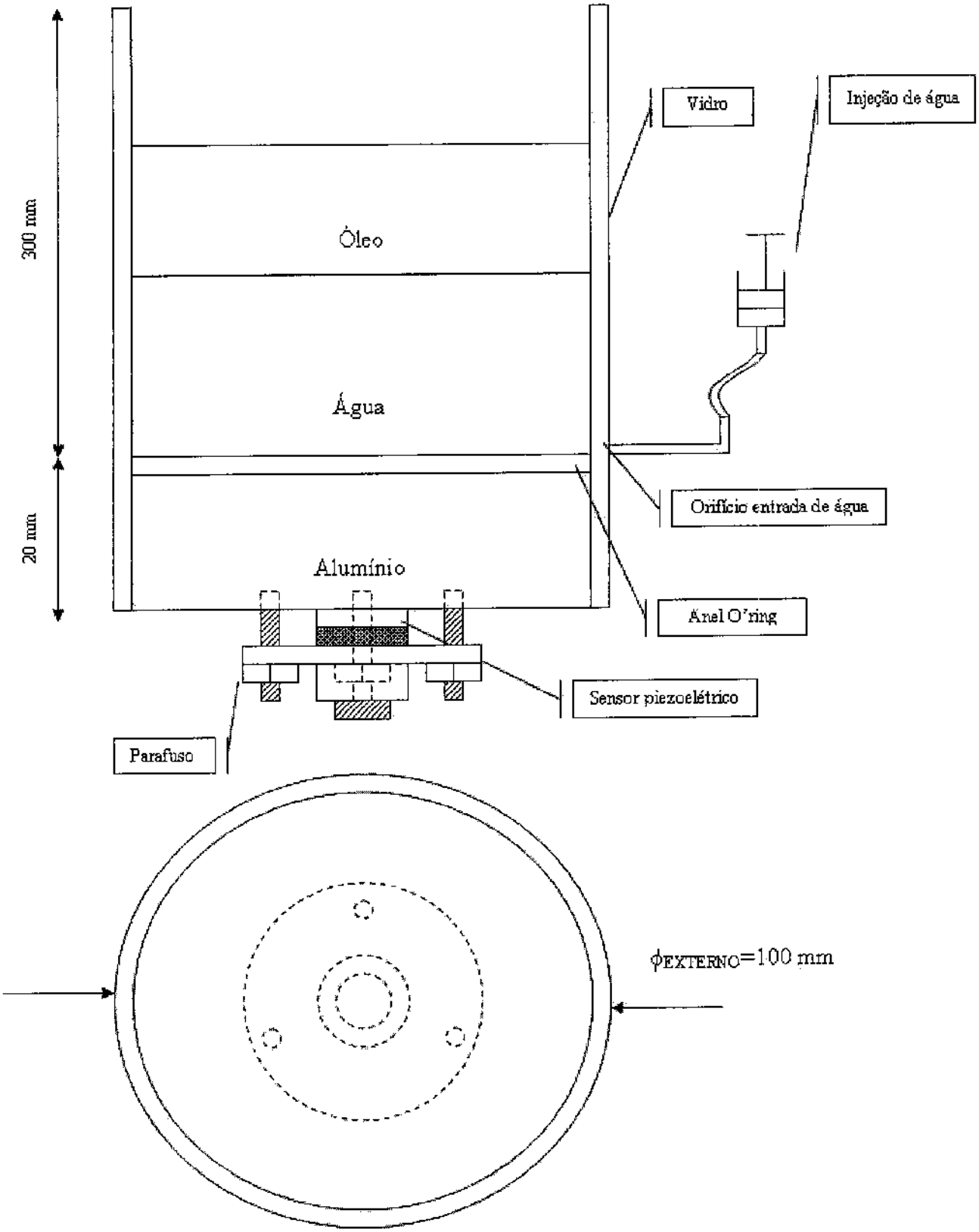

Figura 4.11 Croqui do copo cilíndrico para experimentos de água e óleo

Nos testes para determinação da velocidade do ultra-som no alumínio, água e óleo no copo cilíndrico foi utilizada a equação (4.2). Para o alumínio, foi tomada a diferença temporal entre dois ecos aprisionados na parede de alumínio. Adicionando-se água no copo, havia uma translação do pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-ar. A adição foi realizada pela seringa vista no croqui da Figura 4.11. Dessa forma, o tempo de trânsito do ultra-som foi determinado por:

$$t_{aq} = t_{total} - t_{al} \tag{4.4}$$

na qual t_{total} é o tempo que corresponde ao pico de amplitude do pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-ar e t_{al} é o tempo de trânsito do ultra-som no alumínio (ecos aprisionados, descrito anteriormente nesse tópico). De maneira análoga à água, o tempo de trânsito do ultra-som no óleo foi determinado segundo (4.4). As espessuras de alumínio, água e óleo utilizadas para determinação do ultra-som em cada um desses meios foram 2, 10 e 1 cm, respectivamente.

Para as velocidades em cada meio foi realizado um cálculo de incertezas mostrado no apêndice C. Para a água colocada no copo, foi realizado um teste transiente no qual houve uma diminuição gradativa da espessura de água. Foi determinada essa espessura de água em função do tempo (à medida que o experimento era realizado). Novamente, o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-ar transladava com a diminuição da espessura de água. Como a velocidade do ultra-som na água era conhecida e constante, o tempo de trânsito do ultra-som na água t_{aq} variava porque t_{total} também mudava. Depois que o pulso refletido na interface água-ar era captado, havia múltiplas reflexões do mesmo que permanecia aprisionado na parede de alumínio. A identificação de t_{total} para um instante qualquer durante a realização do experimento foi implementada tomando-se a diferença temporal entre picos consecutivos de amplitude instantânea no envelope do sinal. Observou-se que existiam diferenças temporais que correspondiam a t_{al}. O tempo imediatamente anterior a essa diferença t_{al} correspondia à localização temporal do pico do pulso refletido na interface água-ar procurado.

Com as velocidades, podemos calcular os coeficientes de reflexão e transmissão descritos para um pulso ultra-sônico refletindo na interface água-óleo. Baseando-se na Figura 4.1 e nas equações de (3.16) a (3.19), para a interface alumínio-água (pulso emitido):

$$R_{12} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{Z_{aq} - Z_{al}}{Z_{aq} + Z_{al}} \tag{4.5}$$

$$R_{M12} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{\left(Z_{aq} - Z_{al}\right)^2}{\left(Z_{aq} + Z_{al}\right)^2} \tag{4.6}$$

$$T_{12} = \frac{p_3}{p_1} = \frac{2Z_{aq}}{Z_{aq} + Z_{al}} \tag{4.7}$$

$$T_{M12} = \frac{I_3}{I_1} = \frac{4Z_{aq}Z_{al}}{\left(Z_{aq} + Z_{al}\right)^2} \tag{4.8}$$

Para a interface água-óleo:

$$R_{36} = \frac{p_6}{p_3} = \frac{Z_{ol} - Z_{aq}}{Z_{ol} + Z_{aq}} \tag{4.9}$$

$$R_{M36} = \frac{I_6}{I_3} = \frac{\left(Z_{ol} - Z_{aq}\right)^2}{\left(Z_{ol} + Z_{aq}\right)^2} \tag{4.10}$$

$$T_{36} = \frac{p_5}{p_3} = \frac{2Z_{ol}}{Z_{aq} + Z_{ol}} \tag{4.11}$$

$$T_{M36} = \frac{I_5}{I_3} = \frac{4Z_{ol}Z_{aq}}{\left(Z_{ol} + Z_{aq}\right)^2} \tag{4.12}$$

Para a interface água-alumínio (pulso refletido):

$$R_{69} = \frac{p_9}{p_6} = \frac{Z_{al} - Z_{aq}}{Z_{al} + Z_{aq}} \tag{4.13}$$

$$R_{M69} = \frac{I_9}{I_6} = \frac{\left(Z_{al} - Z_{aq}\right)^2}{\left(Z_{al} + Z_{aq}\right)^2} \tag{4.14}$$

$$T_{68} = \frac{p_8}{p_6} = \frac{2Z_{al}}{Z_{al} + Z_{aq}} \tag{4.15}$$

$$T_{M68} = \frac{I_8}{I_6} = \frac{4Z_{al}Z_{aq}}{\left(Z_{al} + Z_{aq}\right)^2} \tag{4.16}$$

Combinado as equações (4.5) a (4.16), podemos escrever:

$$\frac{p_8}{p_1} = T_{68}\, R_{36}\, T_{12} \tag{4.17}$$

$$\frac{I_8}{I_1} = T_{M68}\, R_{M36}\, T_{M12} \tag{4.18}$$

A perda em decibéis da razão entre as intensidades $\frac{I_8}{I_1}$ pode ser calculada por:

$$\Theta = 10\log\left(\frac{I_8}{I_1}\right) \tag{4.19}$$

A intensidade acústica I_1 pode ser obtida conhecendo-se a razão $\frac{I_8}{I_1}$, a freqüência ω_8 e amplitude A_8 da onda (interface óleo-água) que é captada pelo receptor, a área do transdutor

piezoelétrico e a impedância acústica do alumínio (vide equação 3.15). A freqüência ω_8 e amplitude A_8 foram medidas visualmente no sinal adquirido no Lab View. A amplitude de qualquer pulso é mostrado em Volts pelo Lab View. Para a conversão de valores de amplitude em Volts para unidades de comprimento foi adotada uma taxa de 2 V/cm. Os limites em Volts da placa osciloscópio do Lab View é de -2 V a 2V. Em todos os sinais originais adquiridos pelo Lab View, 2 V correspondia a 1 cm. Para estimar a freqüência ω_8, foi tomado o inverso da diferença temporal que corresponde ao período de um pulso gerado no sinal original no Lab View

O cálculo dos coeficientes de reflexão e transmissão foi realizado com um óleo de Jubarte (°API 17 e viscosidade de 2595 cP) e emulsões de água em óleo (teor 25% e 35% de água em massa). Os teores de 25% e 35% foram escolhidos nessas porcentagens, uma vez que o óleo do circuito *core flow* estava emulsionado, com teor de 56% em massa de água. Uma análise semelhante do óleo de Jubarte revelou um teor de 14,3% em massa de água. A densidade das emulsões é uma média ponderada pela porcentagem em massa de água e óleo. Essas emulsões foram geradas através de um gerador de emulsões da marca IKA ULTRA TURRAX- modelo T18 basic. A rotação selecionada para geração das emulsões foi de 24.000 rpm. A curva reológica do óleo de Jubarte se encontra no Anexo I.

4.6) Efeito de Viscosidade

Neste estudo, foram realizados experimentos no copo cilíndrico para análise da atenuação do sinal com três óleos: Jubarte, óleo leve e um óleo pesado. A amostra de óleo leve foi conseguida junto à Replan (Refinaria de Paulínia). O óleo leve tem um °API de 22 (densidade igual a 921,82 kg/m^3) e viscosidade de 409,55 cP. A curva reológica do óleo leve se encontra no Anexo I.

A amostra de óleo pesado é proveniente da Fazenda Alegre-campo onshore situado no Estado do Espírito Santo. Esse óleo pesado tem densidade igual a 966 kg/m^3 e viscosidade de 46070 cP à 20°C (Silva, R.P., 2004).

A análise de atenuação do sinal consistiu em quantificar o nível de intensidade sonora definida como a razão entre as intensidades acústicas entre os pulsos gerados provenientes da reflexão do ultra-som na interface entre cada um dos óleos e a camada de água. Essas intensidades acústicas são dadas pela equação (3.15). A intensidade acústica do óleo leve foi tomada como sendo a intensidade acústica de referência. A razão entre as intensidades acústicas irá depender somente das amplitudes e freqüências dos pulsos captados pelo receptor proveniente da interface água-óleo. Isso ocorre, pois a impedância acústica do meio que o ultra-som está se propagando será a do alumínio para qualquer um dos três óleos. Esse fato pode ser visualizado na Figura 4.1. Para esse nível de intensidade sonora, podemos escrever:

$$\Theta_{jubarte} = 10\log\left(\frac{\omega_{jubarte}^2 \, A_{jubarte}^2}{\omega_{leve}^2 \, A_{leve}^2}\right) \tag{4.20}$$

De maneira análoga, temos para o óleo de Fazenda Alegre:

$$\Theta_{Fal} = 10\log\left(\frac{\omega_{Fal}^2 \, A_{Fal}^2}{\omega_{leve}^2 \, A_{leve}^2}\right) \tag{4.21}$$

CAPÍTULO 5

Resultados e Interpretações

5.1) Testes em Escoamento Ar-Água (NETeF-EESC-USP)

A Tabela 5.1 mostra os resultados encontrados e o tratamento estatístico para obtenção do diâmetro interno da tubulação (França, 2004). Os valores de diâmetro interno foram medidos numa seção de teste de acrílico que foi utilizada para a determinação da velocidade do ultra-som na água. Essa velocidade foi determinada a partir do valor do diâmetro interno da tubulação e conhecendo-se o tempo de trânsito do ultra-som na água:

Tabela 5.1-Tratamento estatístico para diâmetro interno do tubo nos testes ar-água

	Medida (mm)	*Desvio*	*Desvio Absoluto*	*Desvio relativo*	*Desvio Absoluto* ^{2}	*Desvio Absoluto* ^{2}
	29.40	0.008	0.008	0.03%	0.01%	0.01%
	29.40	0.008	0.008	0.03%	0.01%	0.01%
	29.25	-0.142	0.142	0.49%	2.03%	2.03%
	29.30	-0.092	0.092	0.32%	0.85%	0.85%
	29.40	0.008	0.008	0.03%	0.01%	0.01%
	29.45	0.058	0.058	0.20%	0.33%	0.33%
	29.40	0.008	0.008	0.03%	0.01%	0.01%
	29.40	0.008	0.008	0.03%	0.01%	0.01%
	29.40	0.008	0.008	0.03%	0.01%	0.01%
	29.50	0.108	0.108	0.37%	1.16%	1.16%
	29.40	0.008	0.008	0.03%	0.01%	0.01%
	29.40	0.008	0.008	0.03%	0.01%	0.01%
	29.40	0.008	0.008	0.03%	0.01%	0.01%
Total	382.10	7.46E-14	0.469	1.60%	4.42%	4.42%
Média	29.39	0.0000	0.0361	0.12%	0.34%	0.37%
					Desvio padrão	0.06

O valor de 0,06 mm corresponde ao desvio padrão das medidas. Na Figura 5.1 é mostrado um histograma da velocidade do ultra-som na água. Na Tabela 5.2 são mostrados os valores das faixas de velocidade que aparecem no histograma da Figura 5.1. Essa velocidade foi utilizada para o cálculo da espessura de filme para quatro padrões de escoamento ar-água: estratificado liso, estratificado ondulado, estratificado rugoso e intermitente:

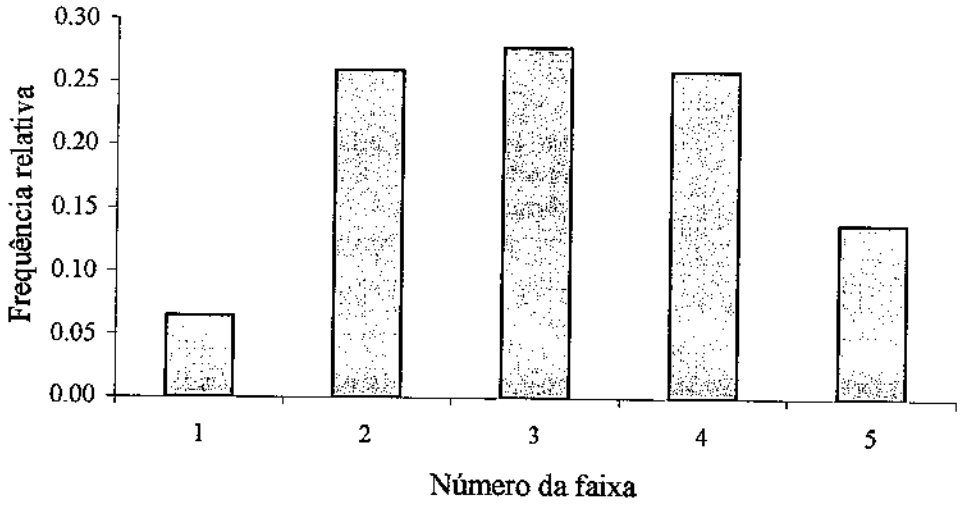

Figura 5.1-Histograma de velocidade do ultra-som na água para experimentos na EESC

Tabela 5.2-Faixa de velocidades do ultra-som em escoamento ar-água

Número da faixa	*Faixa de Velocidade (m/s)*
1	1493.50 -1493.59
2	1493.59 -1493.68
3	1493.68 -1493.77
4	1493.77 -1493.86
5	1493.86 -1493.95

Neste trabalho, para uma determinada faixa de um histograma de velocidade, a diferença entre o valor final de velocidade e o inicial corresponder-se-á a 1 (um) desvio padrão.

Um tratamento estatístico foi realizado para a velocidade do ultra-som na água, com base nos valores apresentados na Figura 5.1. O valor médio de velocidade do ultra-som na água foi de 1493,7 m/s com desvio padrão de 0,09 m/s. Os valores máximos dos desvios absoluto, relativo e quadrado do absoluto foram 0,24 m/s, 0,016% e 0,058 m^2/s^2, respectivamente Os resultados que geraram o histograma da Figura 5.1 se encontram no apêndice C. Segundo Asher (1997), a velocidade do ultra-som na água a 20°C é 1500 m/s.

Nas Figuras 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5 são mostrados os sinais típicos do eco, pulso de reflexão na interface acrílico/água, amplitude e freqüência instantâneas. Esses sinais foram coletados nos experimentos em escoamento estratificado ondulado de ar e água. Para os demais padrões de escoamento, os sinais do eco, amplitude instantânea e freqüência instantânea não diferem muito das Figuras 5.2, 5.4 e 5.5.

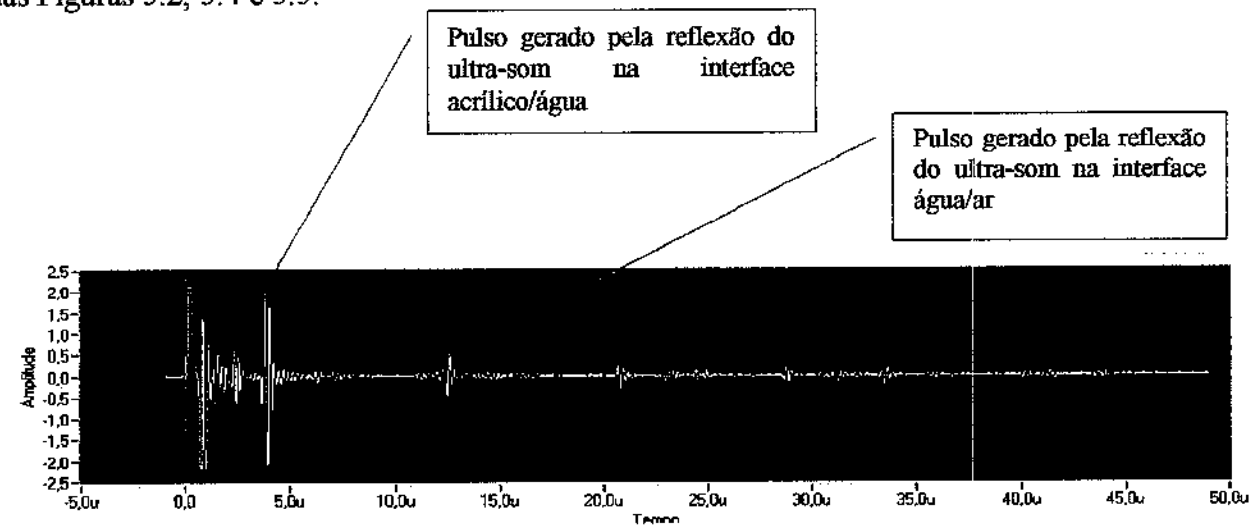

Figura 5.2-Sinal típico do eco original nos experimentos em escoamento estratificado ondulado ar-água

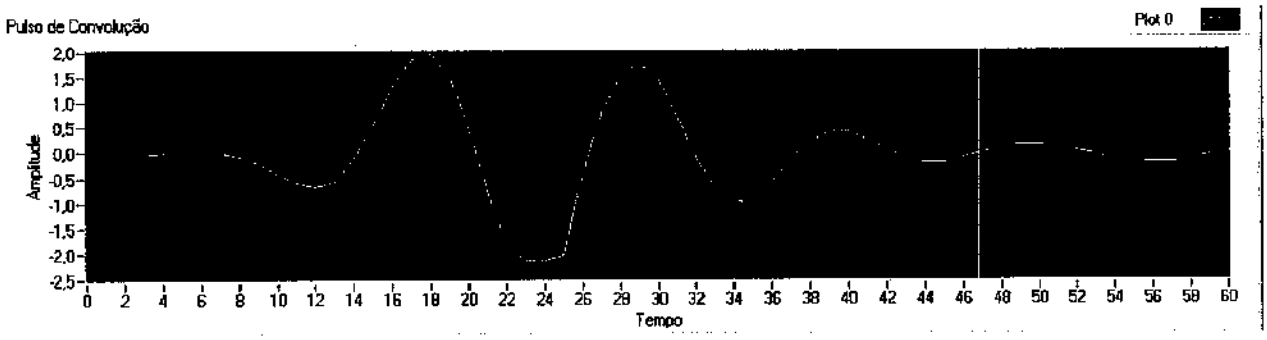

Figura 5.3-Pulso de reflexão na interface acrílico/água utilizado na correlação cruzada

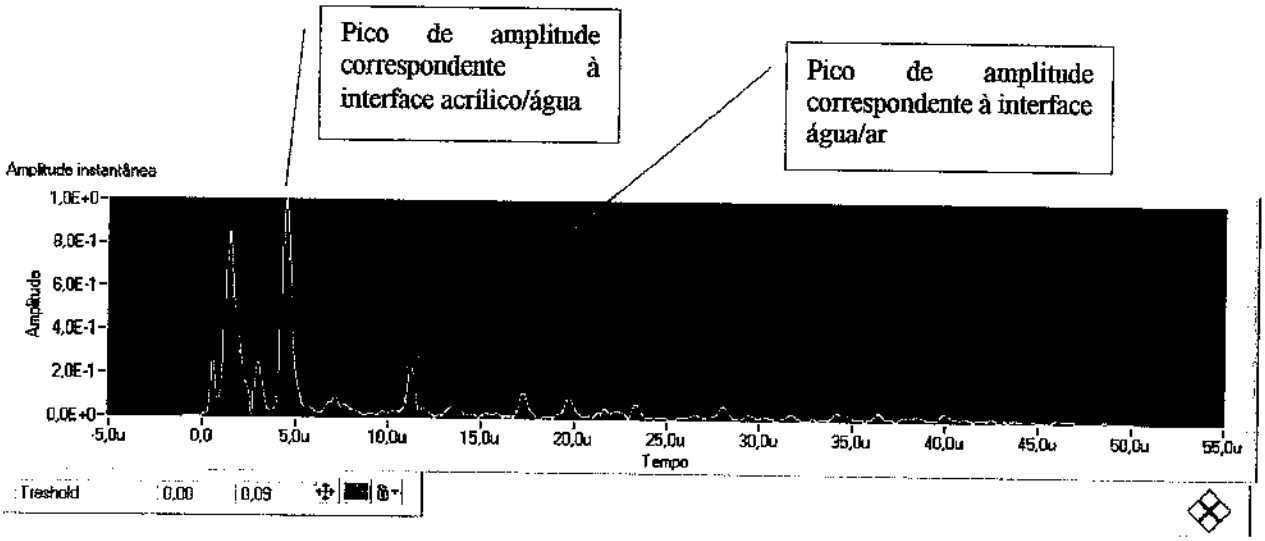

Figura 5.4-Amplitude instantânea típica nos experimentos em escoamento estratificado ondulado ar-água

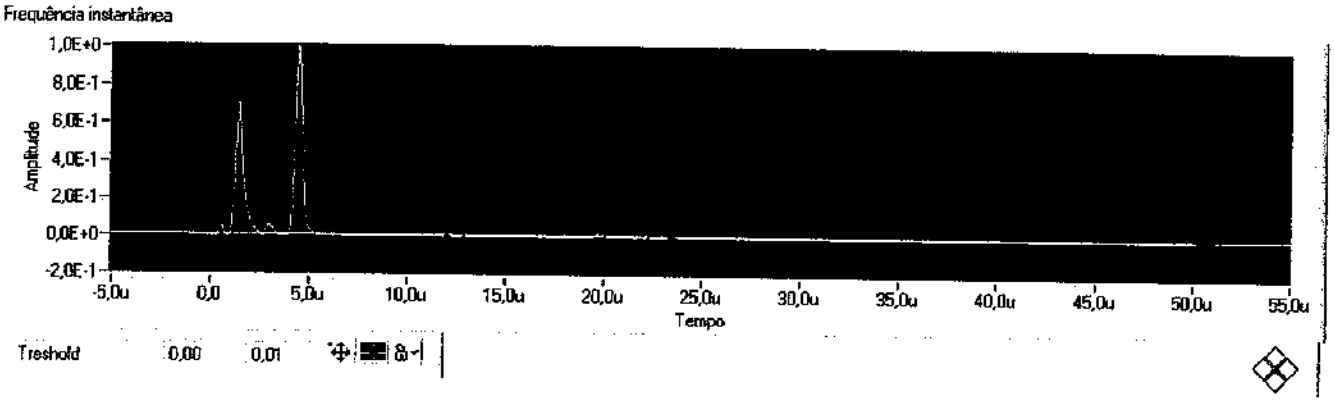

Figura 5.5-Freqüência instantânea típica nos experimentos em escoamento estratificado ondulado ar-água

Nas Figuras de 5.2 a 5.5, o tempo foi medido em micro-segundos. As Figuras 5.6, 5.7, 5.8 e 5.9 mostram os valores de espessura de filme de água para os escoamentos estratificado liso, ondulado, rugoso e intermitente, respectivamente em função do número de espessura calculadas pelo programa:

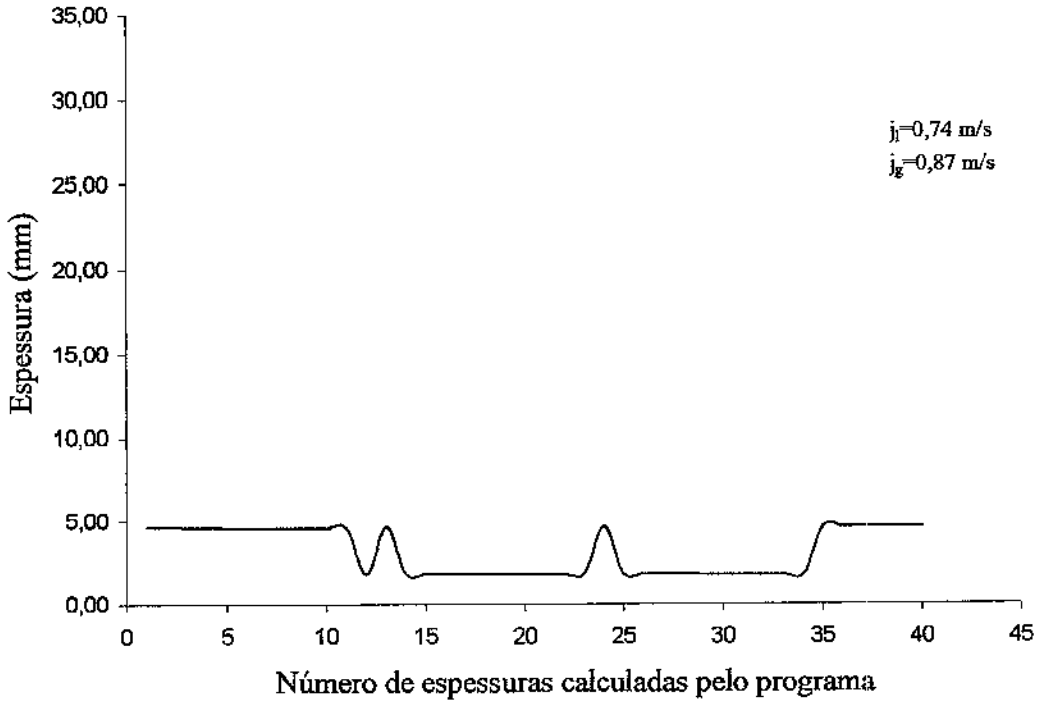

Figura 5.6-Espessura do filme de água em regime estratificado liso

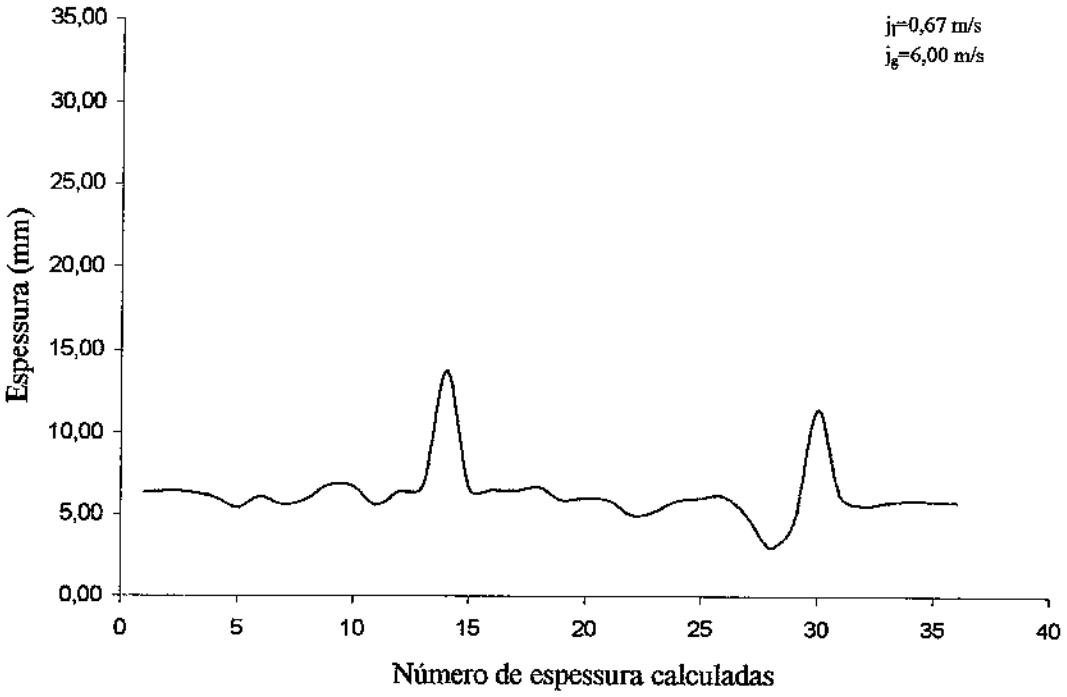

Figura 5.7-Espessura de filme de água em regime estratificado ondulado

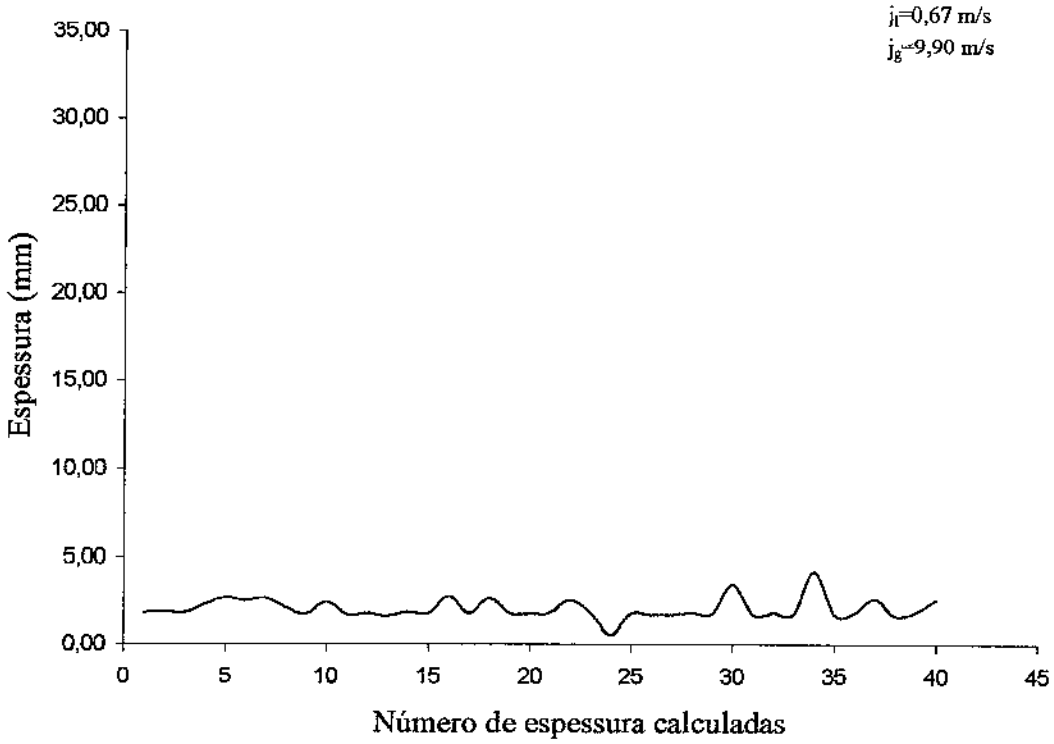

Figura 5.8-Espessura do filme de água em regime estratificado rugoso

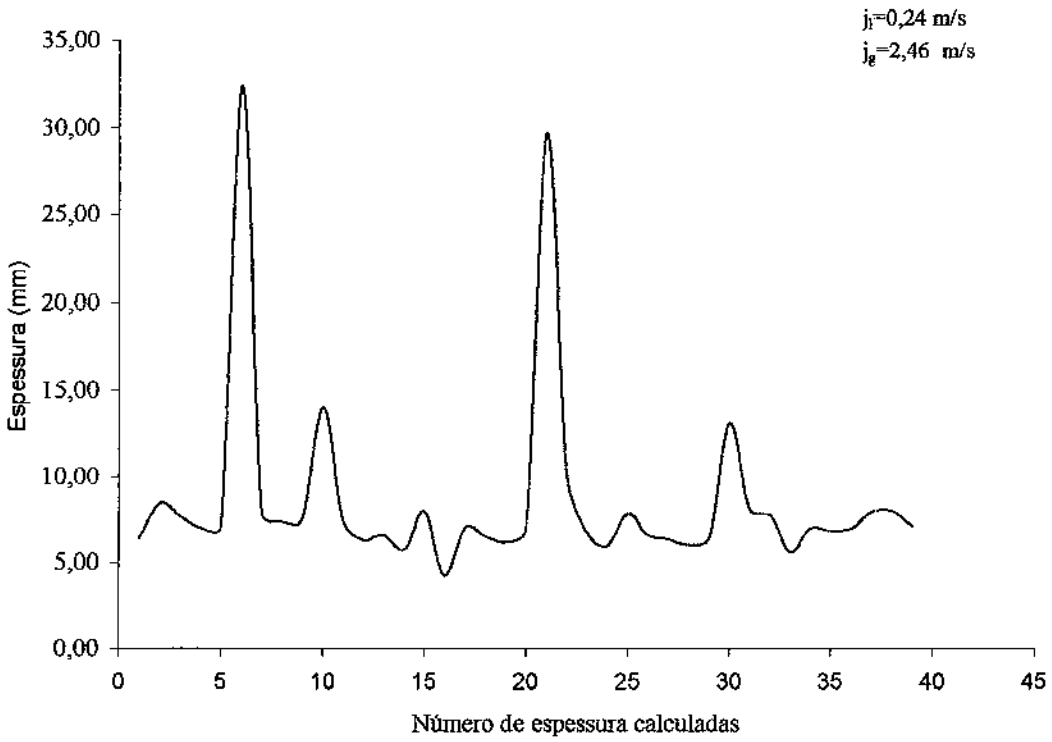

Figura 5.9-Espessura do filme de água em regime intermitente

Para o regime estratificado liso, era esperado um valor de espessura de filme de água constante. Conforme mostrado na Figura 5.6, o valor oscila entre 2 mm e 4,5 mm. As oscilações presentes na Figura 5.6 também foram encontradas por Serizawa (1994). Isso pode ser explicado por prováveis oscilações na vazão de água bombeada. As Figuras 5.6 a 5.9 mostram que é possível a obtenção de filme de líquido para escoamento gás-líquido, uma vez que a diferença de impedância acústica entre o gás e o líquido é bastante acentuada, o que implica numa grande parcela de energia ultra-sônica que será refletida e que será captada pelo transdutor.

Para o regime intermitente, é possível notar picos de espessura do filme de água que correspondem aos valores próximos do diâmetro interno médio do tubo, o que é coerente fisicamente. Esses picos correspondem à porção de água que está escoando entre duas bolhas consecutivas. As velocidades superficiais da água j_l e do ar j_g estão de acordo com o mapa de fluxo para tubulação ligeiramente inclinada de Taitel e Dukler (1976). É importante salientar que, provavelmente, a tubulação da bancada de testes não está horizontalmente alinhada. Pequenos

desvios da tubulação em relação à horizontal implicam numa mudança das linhas de transição do mapa de fluxo.

5.2) Testes em Escoamento Óleo-Água (FEM-UNICAMP)

No circuito *core flow,* foram realizados testes iniciais nos quais foi comprovar a aplicação do método pulso-eco com óleo desidratado conforme mostrado na Figura 5.10. Testes posteriores revelaram são ser possível a aplicação do método pulso-eco quando o óleo estava emulsionado em 56% em massa de água nessa emulsão. A Figura 5.11 mostra o sinal original para essa emulsão de 56% em massa de água em óleo:

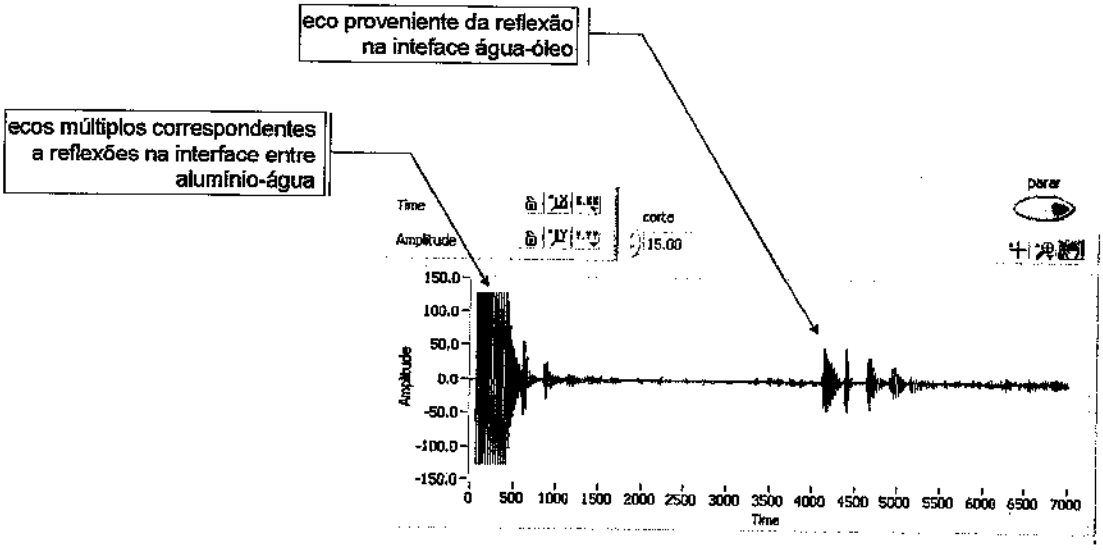

Figura 5.10-Sinal original adquirido para escoamento água-óleo com óleo desidratado

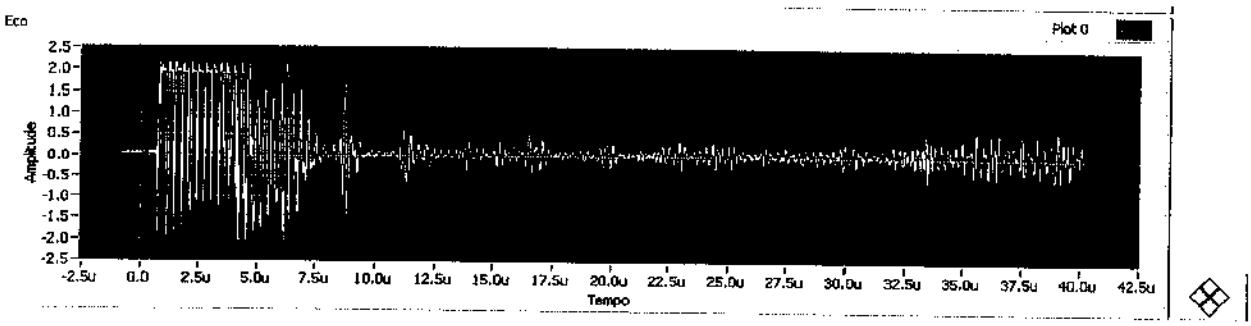

Figura 5.11-Sinal original adquirido para o escoamento da emulsão de água em óleo

Na Figura 5.10, nota-se claramente o ponto que corresponde à interface água-óleo. Na Figura 5.11 não é possível identificar essa interface, o que mostra a inviabilidade da técnica na presença de emulsões com esse teor de água. Na Figura 5.11, o tempo foi medido em micro-segundos. O sinal da Figura 5.11 está com muitos ruídos, o que prejudica ainda mais a identificação do pico correspondente à posição da interface água-óleo. Na Figura 5.12 é mostrado o sinal depois de realizada a correlação cruzada para a emulsão de água em óleo:

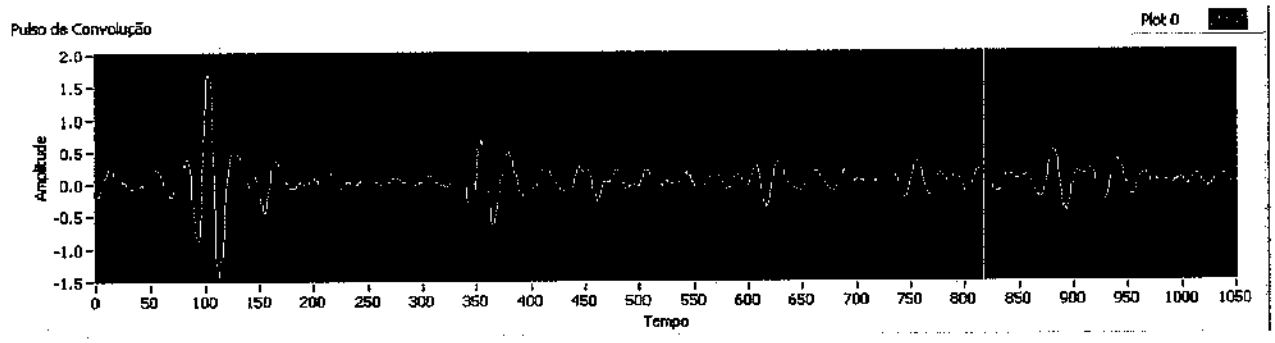

Figura 5.12-Sinal após correlação cruzada para testes de emulsão de água em óleo

Na Figura 5.12, o tempo é medido em micro-segundos. Nas 5.13 e 5.14 são mostrados os gráficos de amplitude instantânea com o óleo desidratado e emulsionado, respectivamente:

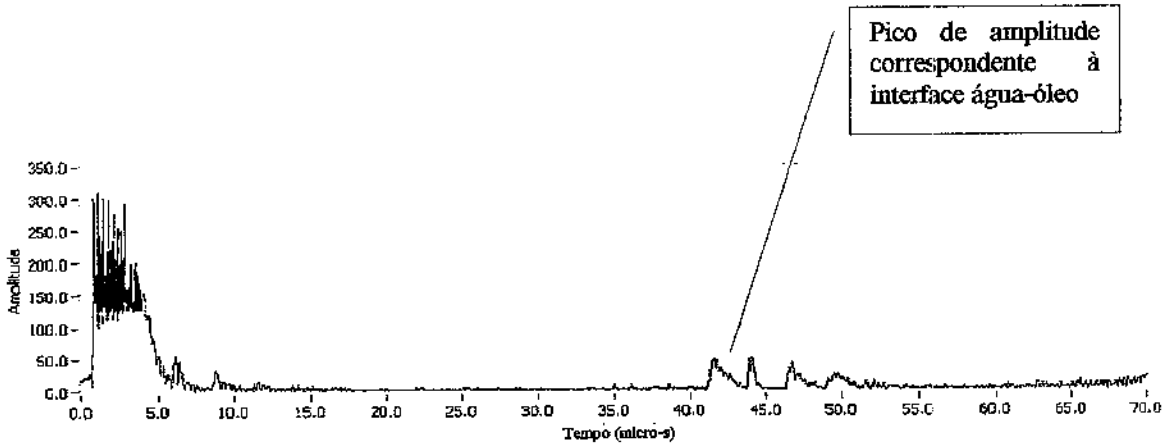

Figura 5.13-Amplitude instantânea para testes em água-óleo com óleo desidratado

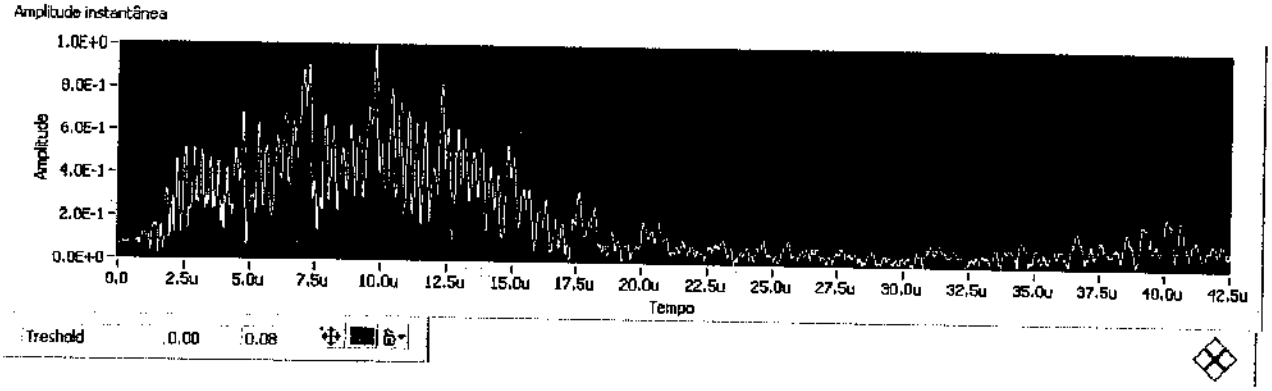

Figura 5.14-Amplitude instantânea para testes com emulsão de água em óleo

De acordo com a Figura 5.13, podemos notar claramente o pico de amplitude correspondente à posição da interface água-óleo quando este último não está emulsionado. Na Figura 5.14, não é possível identificar o pico de amplitude quando o ultra-som atinge a interface água-óleo, o que demonstra não ser aplicável essa técnica com emulsões com o teor 56% em massa de água. Na Figura 5.14, o tempo é medido em micro-segundos.

5.3) Testes no Copo Cilíndrico (FEM-UNICAMP)

5.3.1) Calibração

Nas Figuras 5.15 e 5.16 são mostrados o sinal original e de amplitude instantânea para a determinação da velocidade do ultra-som no alumínio (ar no interior do copo). Nessas Figuras, o tempo foi medido em micro-segundos.:

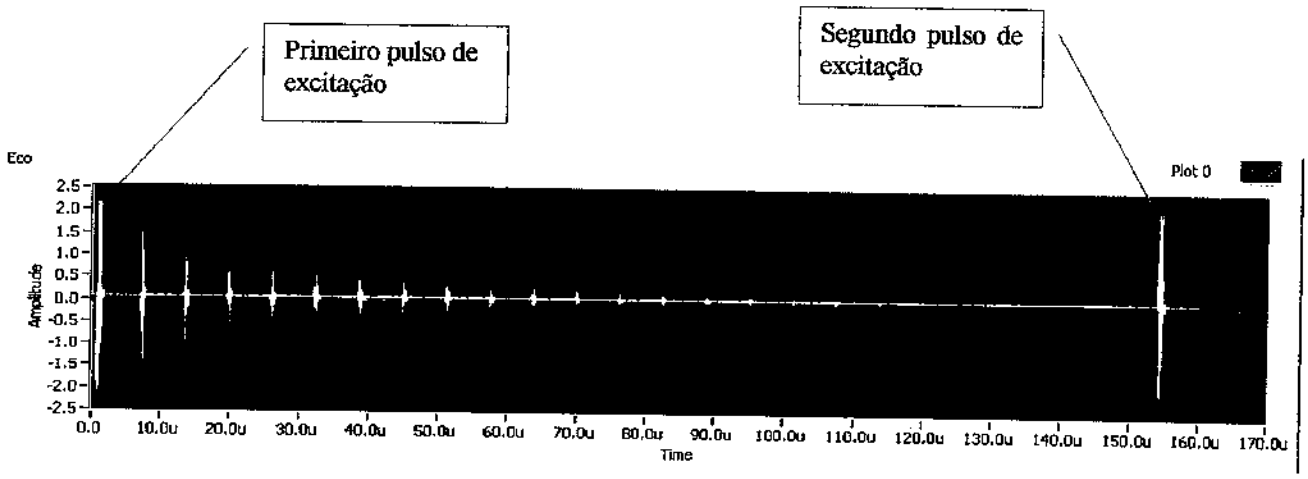

Figura 5.15-Sinal original para determinação da velocidade do ultra-som no alumínio

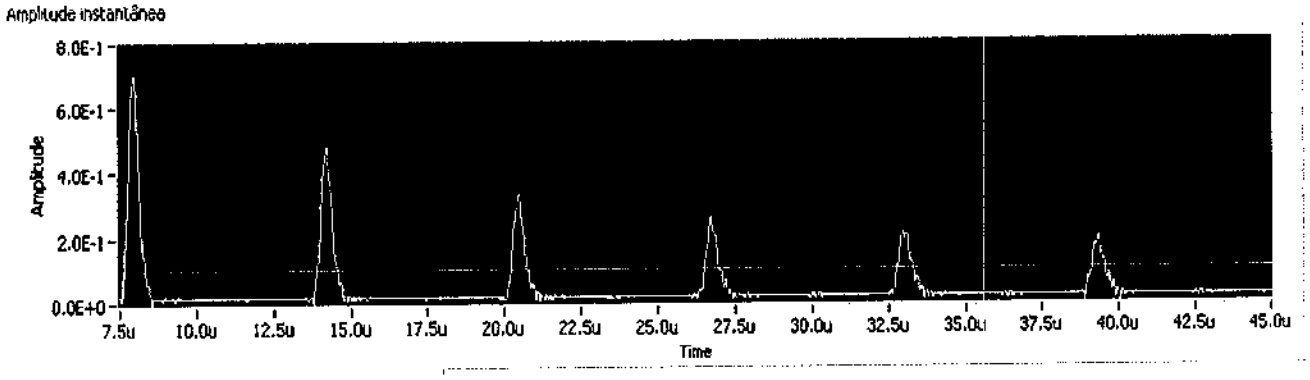

Figura 5.16-Amplitude instantânea do sinal original para velocidade do ultra-som no alumínio

O tempo de trânsito do ultra-som no alumínio é igual à diferença temporal (eixo horizontal) entre dois picos consecutivos da Figura 5.16. O valor encontrado para esse tempo de trânsito foi de 6,26 μs. Na Figura 5.17 é mostrado um histograma com a distribuição das velocidades do ultra-som no alumínio. Na Tabela 5.3 é mostrado um número correspondente à faixa de velocidade presente no histograma da Figura 5.17. Os resultados que geraram o histograma da Figura 5.17 se encontram no Apêndice D:

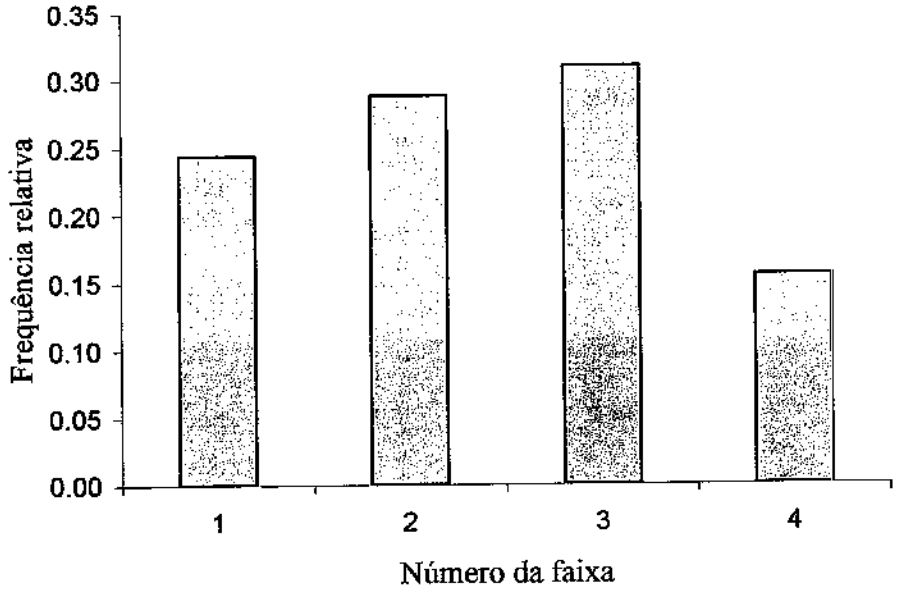

Figura 5.17-Histograma de velocidade do ultra-som no alumínio

Tabela 5.3-Faixa de velocidades do ultra-som no alumínio

Número da faixa	***Faixa de velocidade (m/s)***
1	6396.00-6396.62
2	6396.62-6397.24
3	6397.24-6397.86
4	6397.86-6398.48

A incerteza relativa da velocidade do ultra-som no alumínio é de 2,51% conforme mostrado no apêndice D. A média da velocidade do ultra-som no alumínio é de 6397,18 m/s com desvio padrão de 0,62 m/s. Segundo Asher (1997), a velocidade do ultra-som no alumínio varia de 6320 m/s a 6420 m/s.

Nas Figuras 5.18, 5.19 e 5.20 são mostrados o sinal original, sinal após correlação cruzada e de amplitude instantânea para determinação da velocidade do ultra-som na água, respectivamente:

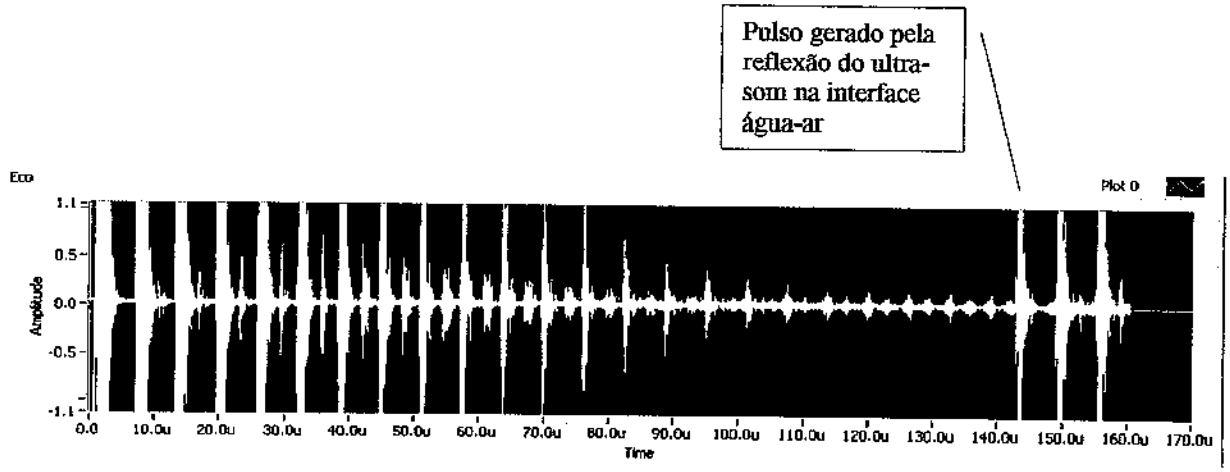

Figura 5.18-Sinal original para determinação da velocidade do ultra-som na água

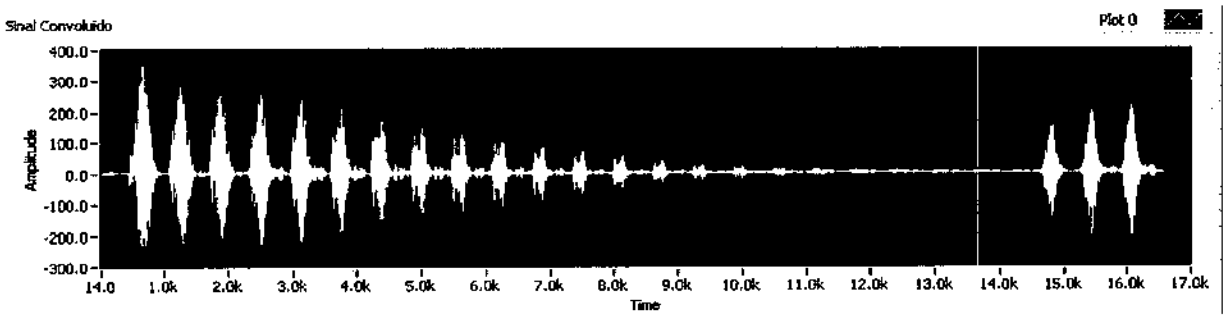

Figura 5.19-Sinal após correlação cruzada para velocidade do ultra-som na água

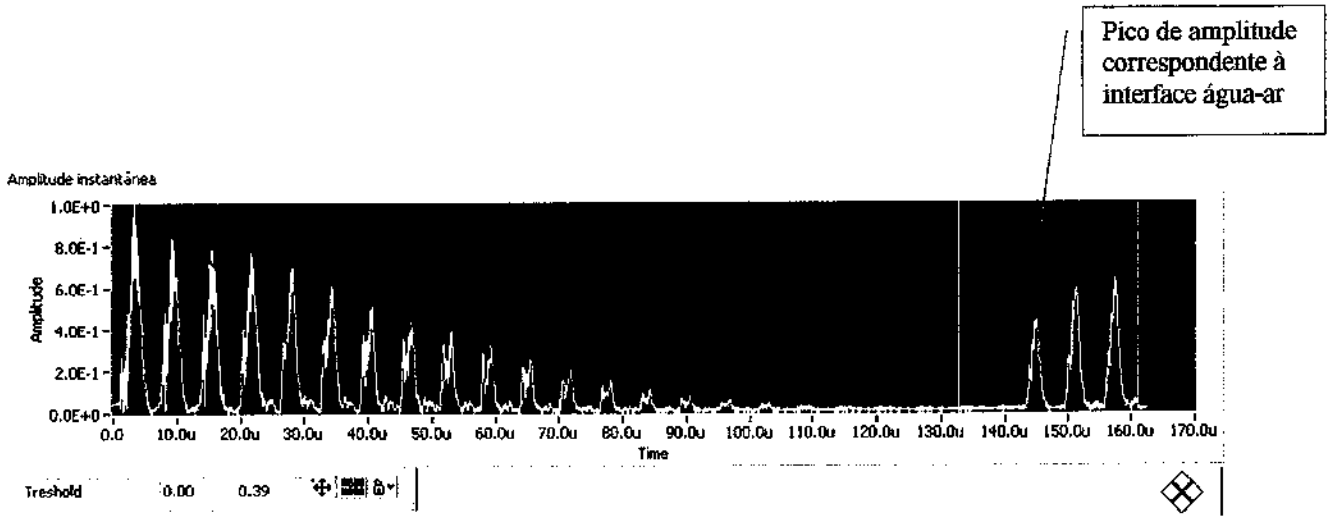

Figura 5.20-Amplitude instantânea do sinal original para velocidade do ultra-som na água

Nas figuras de 5.18 a 5.20, o tempo foi medido em micro-segundos. O pico um pouco depois de 140 μs mostrado na Figura 5.20 corresponde ao pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-ar. Na Figura 5.21 é mostrado um histograma para a velocidade do ultra-som na água. A Tabela 5.4 mostra o número da faixa de ocorrência que corresponde a uma determinada faixa de velocidade do ultra-som presente na Figura 5.21:

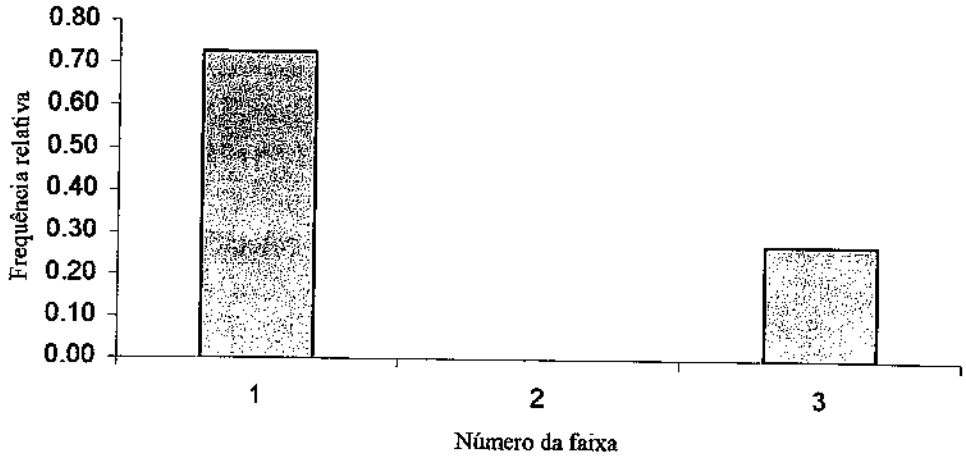

Figura 5.21-Histograma de velocidade do ultra-som na água

Tabela 5.4-Faixa de velocidades do ultra-som na água

Número da faixa	*Faixa de Velocidade (m/s)*
1	1440.98-1441.86
2	1441.86-1442.74
3	1442.74-1443.62

O valor médio da velocidade do ultra-som na água foi de 1441, 74 m/s com desvio padrão de 0,88 m/s. O tratamento estatístico e o cálculo de incertezas dos valores de velocidade que geraram o histograma da Figura 5.21 se encontram no apêndice D. O cálculo de incertezas sobre a velocidade do ultra-som indica uma incerteza relativa de 0,5%.

Nas Figuras 5.22 e 5.24 são mostrados o sinal original e amplitude instantânea para determinação da velocidade do ultra-som no óleo. O sinal de correlação cruzada é parecido com o da Figura 5.19. Nas Figuras 5.23 e 5.25 são mostrados uma parte do sinal original e amplitude instantânea onde foi encontrado o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface óleo-ar. O óleo utilizado é o óleo de Jubarte. Nas Figuras de 5.22 a 5.25, o tempo foi medido em micro-segundos.

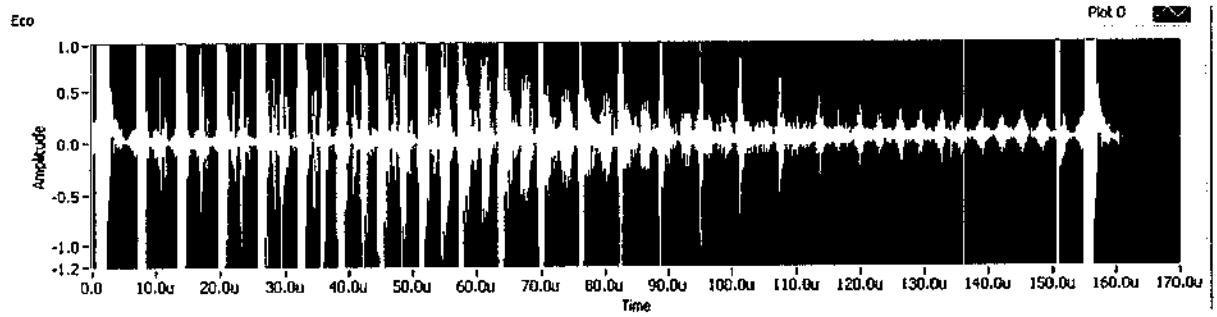

Figura 5.22-Sinal original para determinação da velocidade do ultra-som no óleo

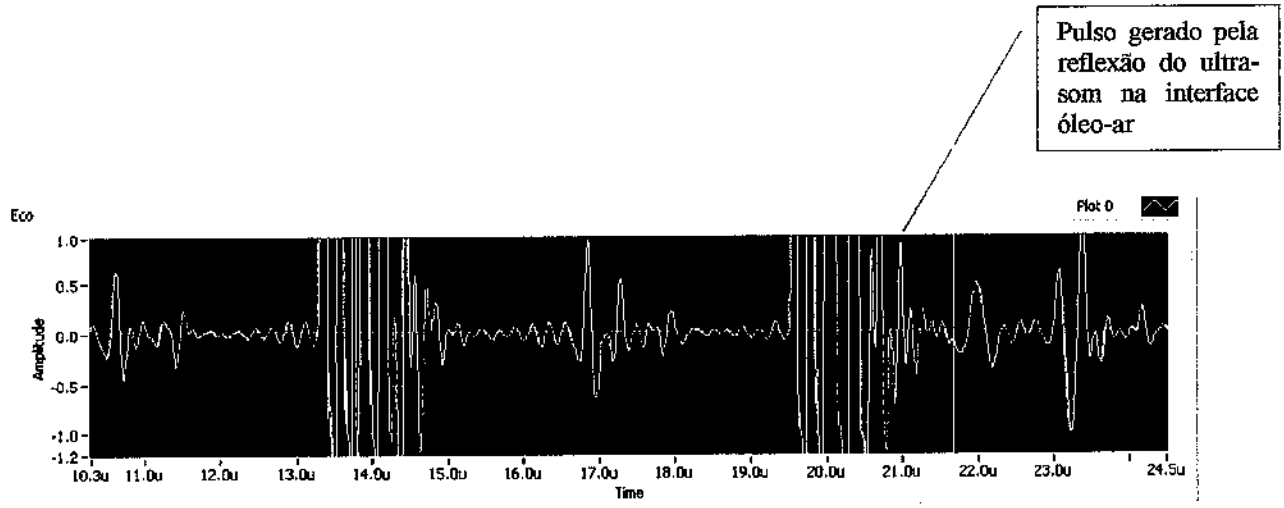

Figura 5.23-Trecho do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface óleo-ar

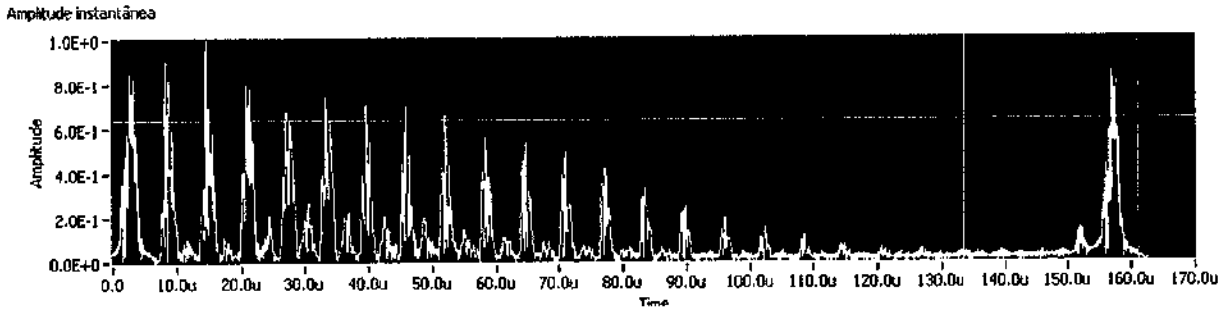

Figura 5.24-Amplitude instantânea do sinal original para velocidade do ultra-som no óleo

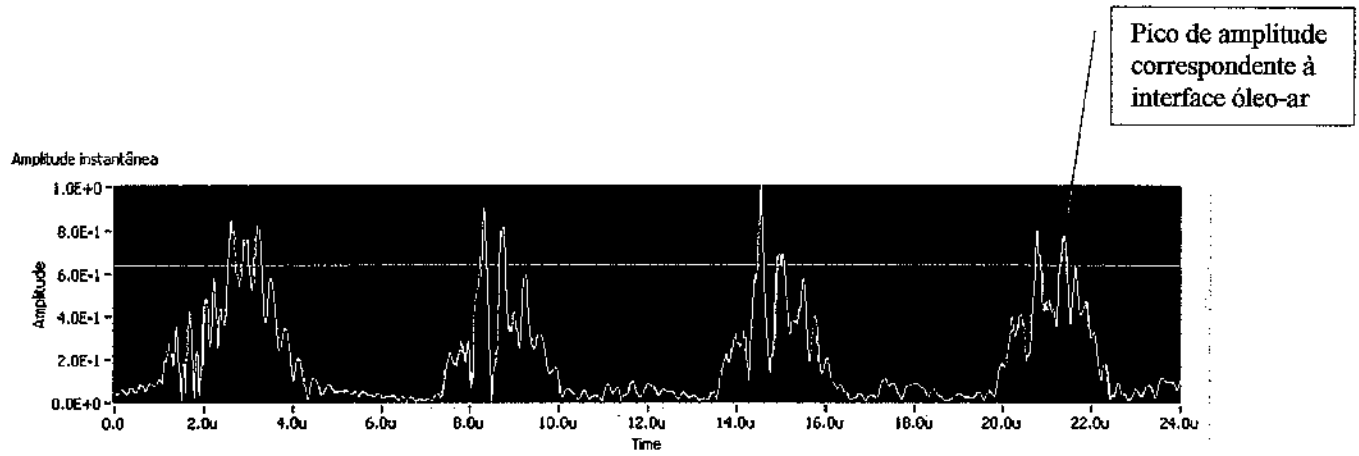

Figura 5.25-Trecho da amplitude instantânea com o pico de amplitude correspondente à interface óleo-ar

Na Figura 5.26 é mostrado um histograma da velocidade do ultra-som no óleo. Na Tabela 5.5 é mostrado número da faixa de ocorrência presente no histograma da Figura 5.26 que corresponde a uma determinada faixa de velocidade do ultra-som no óleo.

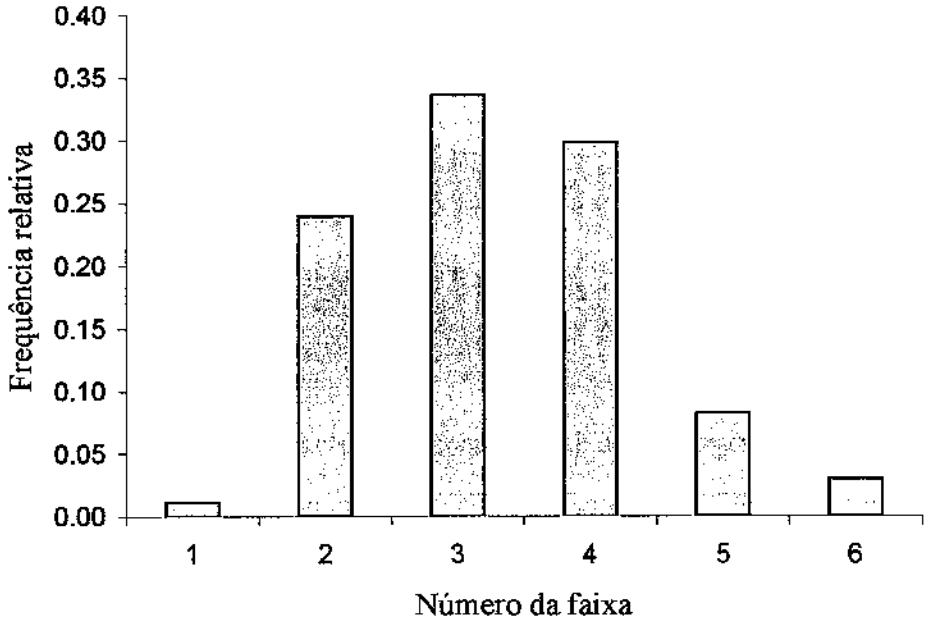

Figura 5.26-Histograma de velocidade do ultra-som no óleo

Tabela 5.5-Faixa de velocidade do ultra-som no óleo

Número da faixa	*Faixa de velocidade (m/s)*
1	1319,5 - 1319,98
2	1319,98-1320.46
3	1320.46-1320,94
4	1320,94-1321.42
5	1321,42 - 1321.9
6	1321,9 - 1322.38

O valor médio da velocidade do ultra-som no óleo de Jubarte é de 1320,82 m/s com desvio padrão de 0,48 m/s. A incerteza sobre a velocidade do ultra-som no óleo é de 5%. Os resultados do tratamento estatístico e do cálculo de incertezas podem ser encontrados no apêndice D.

Nas Figuras 5.27 e 5.29 são mostrados o sinal original e amplitude instantânea para determinação da velocidade do ultra-som na emulsão com 25% em massa de água. O sinal de correlação cruzada é parecido com o da Figura 5.19. Nas Figuras 5.28 e 5.30 são mostrados partes do sinal original e amplitude instantânea onde foi encontrado o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface emulsão 25%-ar. Nas Figuras de 5.27 a 5.30, o tempo foi medido em micro-segundos.

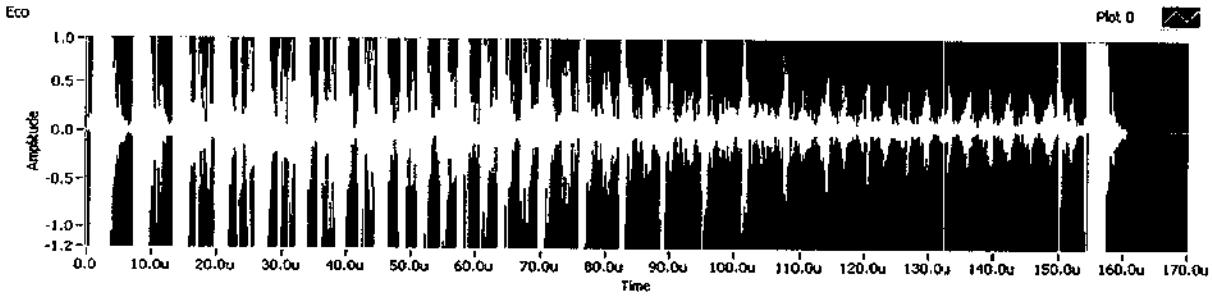

Figura 5.27-Sinal original para determinação da velocidade do ultra-som na emulsão 25%

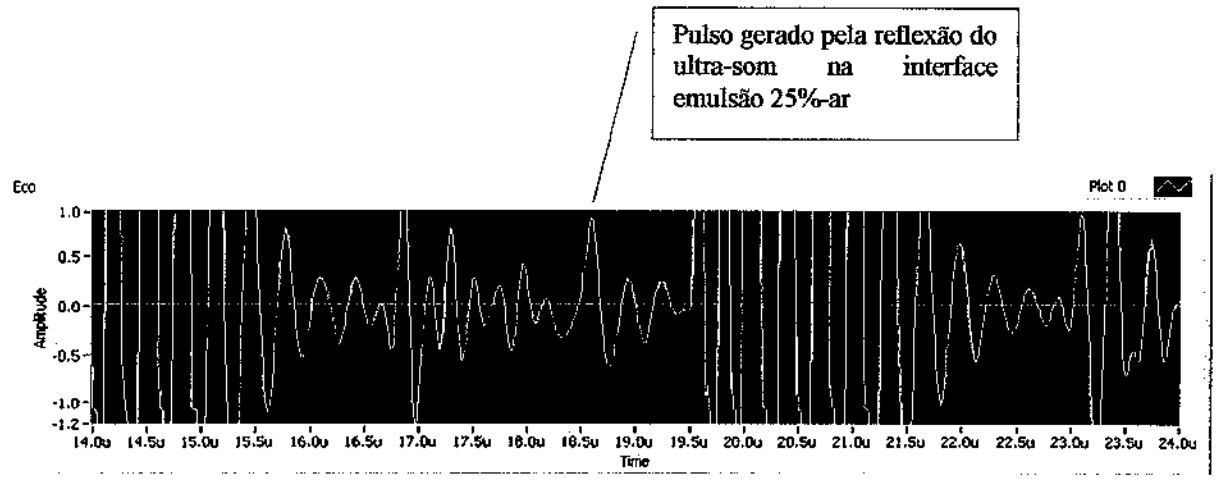

Figura 5.28-Trecho do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface emulsão 25%-ar

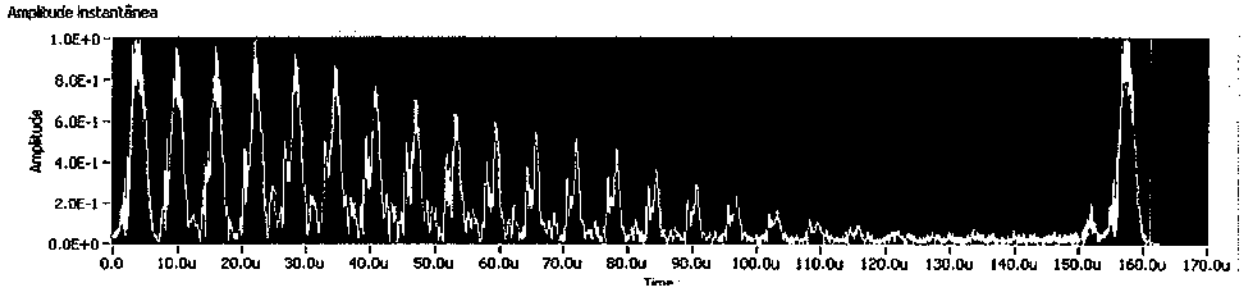

Figura 5.29-Amplitude instantânea do sinal original para velocidade do ultra-som emulsão 25%

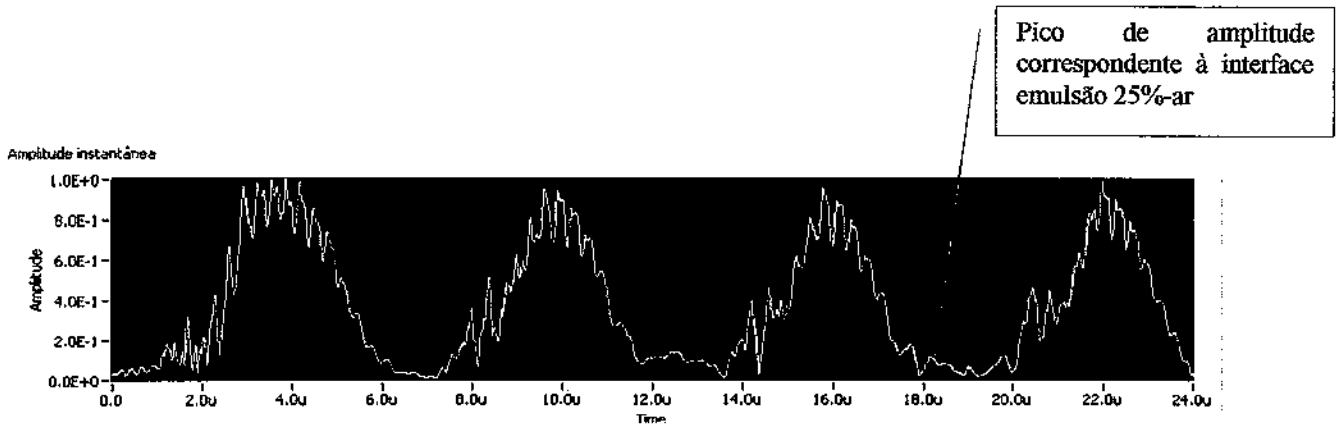

Figura 5.30-Trecho da amplitude instantânea com o pico de amplitude correspondente à interface emulsão 25%-ar

Na Figura 5.31 é mostrado um histograma da velocidade do ultra-som na emulsão de 25%. Na Tabela 5.6 é mostrado número da faixa de ocorrência presente no histograma da Figura 5.31 que corresponde a uma determinada faixa de velocidade do ultra-som na emulsão de 25%.

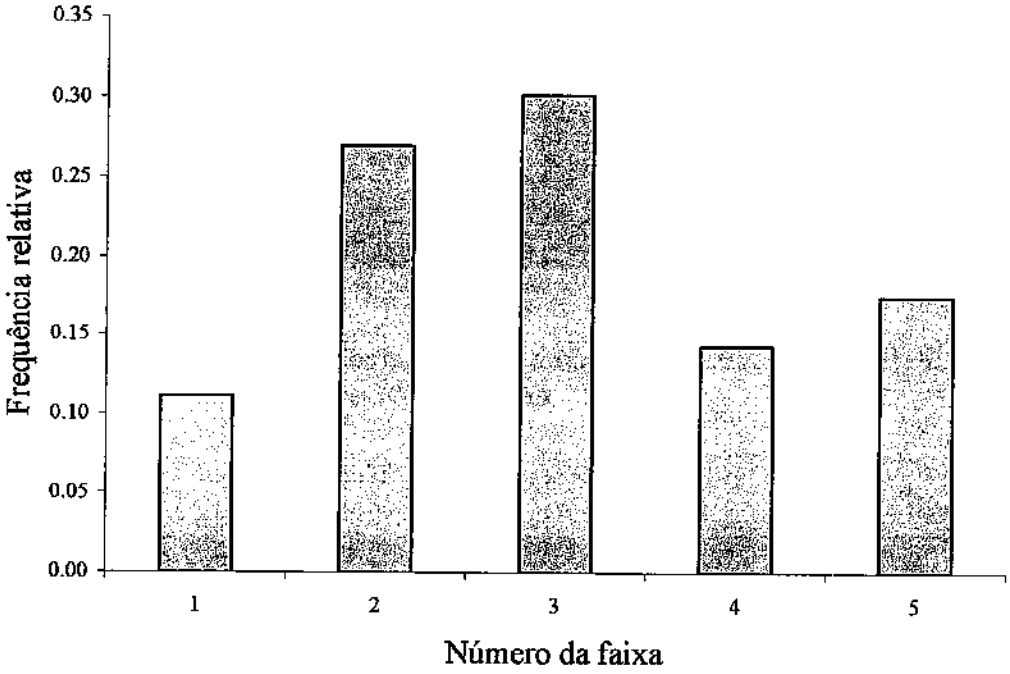

Figura 5.31-Histograma de velocidade do ultra-som na emulsão de 25%

Tabela 5.6-Faixa de velocidade do ultra-som na emulsão de 25%

Número da faixa	*Faixa de velocidade (m/s)*
1	1641 - 1641,75
2	1641,75-1642.5
3	1642,5-1643,25
4	1643.25 - 1644
5	1644 - 1644.75

O valor médio da velocidade do ultra-som na emulsão de 25% é de 1642,59 m/s com desvio padrão de 0,75 m/s. A incerteza sobre a velocidade do ultra-som no óleo é de 5%. Os resultados do tratamento estatístico e do cálculo de incertezas podem ser encontrados no apêndice D.

Na Figura 5.32 é mostrado o sinal original para determinação da velocidade do ultra-som na emulsão com 35% em massa de água. O sinal de correlação cruzada é parecido com o da Figura 5.19. Nas Figuras 5.33 e 5.34 são mostrados partes do sinal original e amplitude instantânea onde foi encontrada o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface emulsão 35%-ar. Nas Figuras de 5.32 a 5.34, o tempo foi medido em micro-segundos.

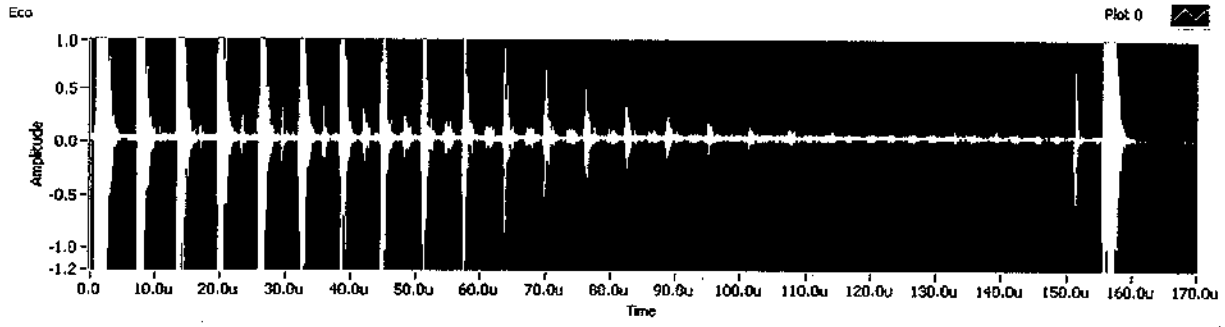

Figura 5.32-Sinal original para determinação da velocidade do ultra-som na emulsão 35%

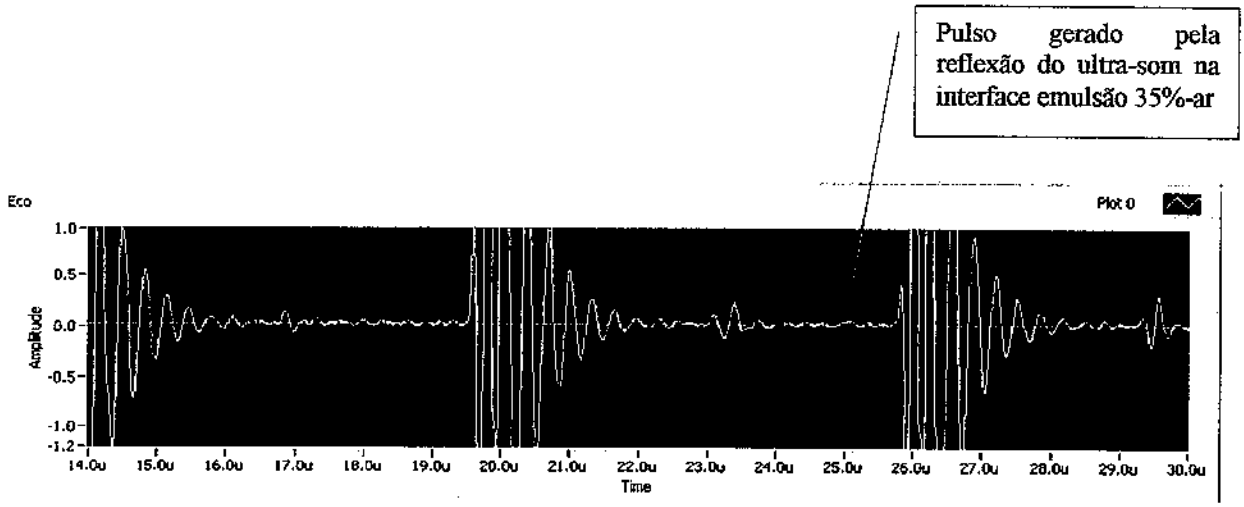

Figura 5.33-Trecho do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface emulsão 35%-ar

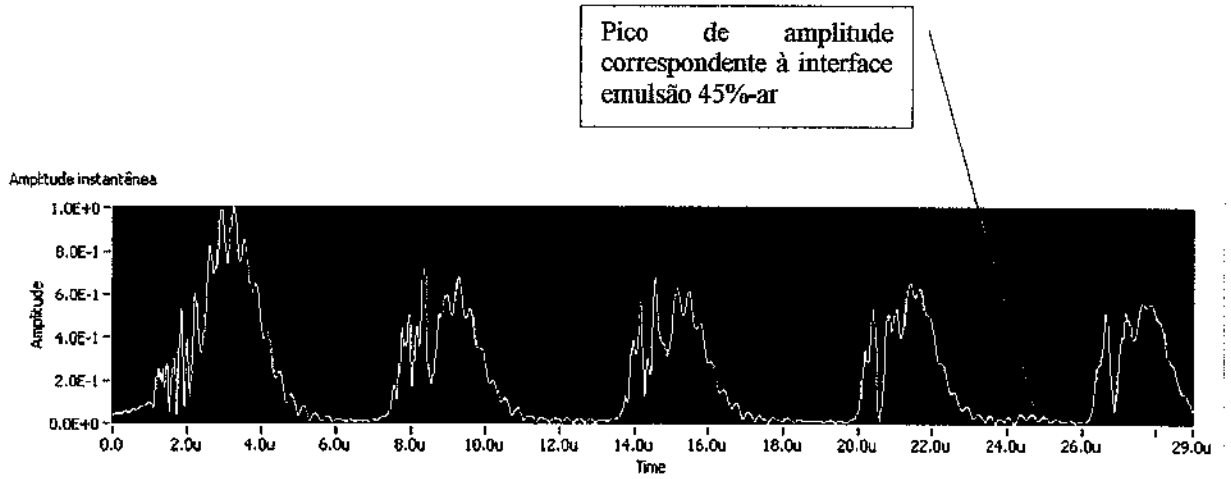

Figura 5.34-Trecho da amplitude instantânea com o pico de amplitude correspondente à interface emulsão 35%-ar

Na Figura 5.35 é mostrado um histograma da velocidade do ultra-som na emulsão de 35%. Na Tabela 5.7 é mostrado número da faixa de ocorrência presente no histograma da Figura 5.35 que corresponde a uma determinada faixa de velocidade do ultra-som na emulsão de 35%.

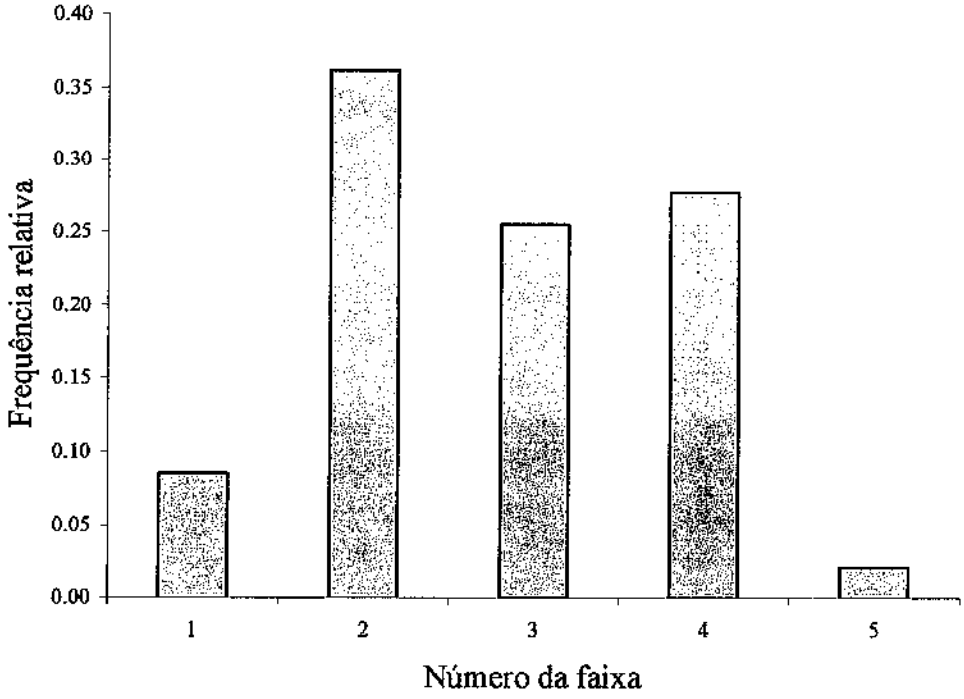

Figura 5.35-Histograma de velocidade do ultra-som na emulsão de 35%

Tabela 5.7-Faixa de velocidade do ultra-som na emulsão de 35%

Número da faixa	*Faixa de velocidade (m/s)*
1	1602 - 1602,33
2	1602,33-1602,66
3	1602,66-1602,99
4	1602,99-1603.32
5	1603.32-1603.65

O valor médio da velocidade do ultra-som na emulsão de 35% é de 1602,76 m/s com desvio padrão de 0,33 m/s. A incerteza sobre a velocidade do ultra-som no óleo é de 3,33%. Os resultados do tratamento estatístico e do cálculo de incertezas podem ser encontrados no apêndice D. As incertezas sobre as velocidades no óleo e nas emulsões são maiores do que na água e alumínio. Apesar do caráter transiente do sinal, a estabilidade deste último contribui para baixos

valores de incertezas. As oscilações dificultam a obtenção de tempo estáveis de trânsito num meio material e, conseqüentemente, da velocidade do ultra-som para um determinado meio. Em todos os histogramas de velocidade do ultra-som na água, óleo de Jubarte e emulsões de 25% e 35%, foram realizados testes de normalidade (aplicação do Critério de Chauvenet). Primeiramente, é determinada a razão entre o desvio absoluto de um dado qualquer e o desvio padrão. Para um determinado número de dados de velocidade, existe uma razão permissível entre o desvio absoluto e o desvio padrão para todos esses dados de velocidade. A aplicação do critério consiste em comparar a razão calculada para cada dado de velocidade com a razão permissível (França, 2004).

5.3.2) Testes Transientes com Água e Ar

Na Figura 5.36 é mostrado o comportamento da espessura de água em função do tempo quando há variação dessa espessura.

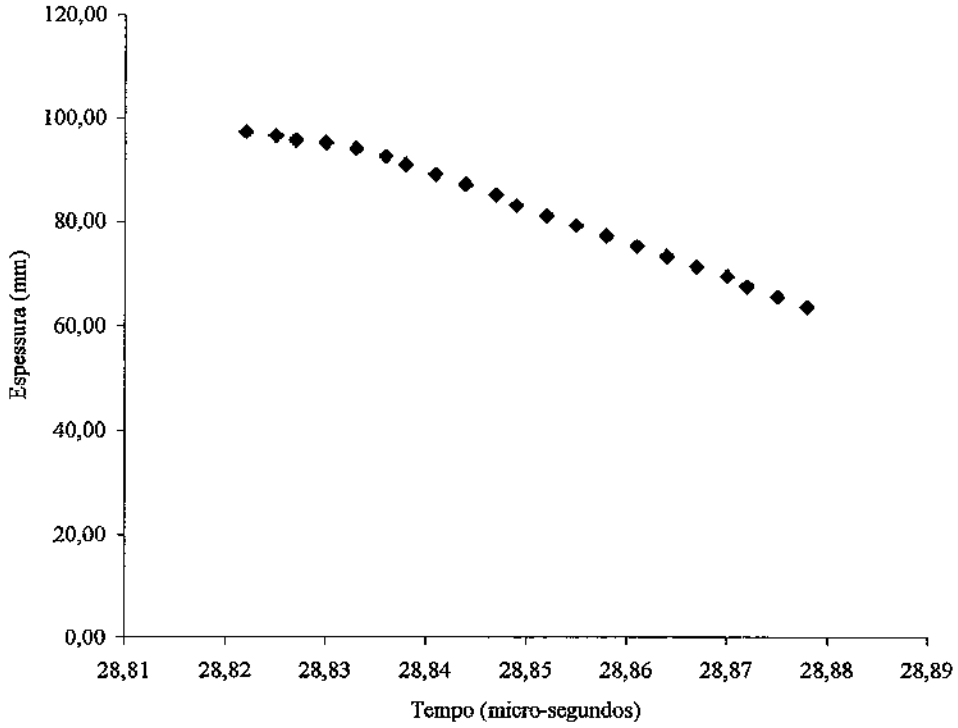

Figura 5.36-Curva da espessura de camada de água em função do tempo

A Figura 5.36 mostra que o monitoramento da espessura de camada de água em função do tempo. O gráfico é coerente com as condições de realização do experimento: partiu-se de 10 cm de camada de água para finalizar com 6 cm. Para essa faixa de espessura de água, o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-ar se localiza numa região temporal do sinal original na qual as múltiplas reflexões do ultra-som no alumínio já atenuaram bastante. Esse fato pode ser visualizado na Figura 5.20. Como a diferença de impedância acústica entre o ar e a água é bastante acentuada, é possível a aplicação dessa técnica para monitoramento em escoamentos gás-líquido. No apêndice D se encontram os dados utilizados para geração da curva da Figura 5.36.

5.3.3) Testes com Água e Óleo

Na Tabela 5.8 são mostrados os valores das impedâncias obtidas a partir das velocidades médias do ultra-som em cada meio e suas respectivas densidades. As impedâncias acústicas estão em Mrayl:

Tabela 5.8-Impedâncias acústicas do alumínio, água e óleo de Jubarte.

Grandeza	*Valor*
ρ_{al}	2700
ρ_{aq}	1000
API°	17
$\rho_{jubarte}$	952,86
% em peso	14,28
$\rho_{14\%}$	959,59
V_{al}	6397,2
V_{aq}	1441,7
$V_{14\%}$	1320,8
Z_{al}	17,272
Z_{aq}	1,4417
$Z_{14\%}$	1,27

Na Tabela 5.9 são mostradas as razões entre valores de pressão e intensidade acústica para um pulso ultra-sônico que percorre trajeto descrito pela Figura 4.1. Os dados da Tabela 5.9 referem-se ao óleo de Jubarte.

Tabela 5.9-Razão entre pressões e intensidades acústicas para trajeto de pulso ultra-sônico da Figura 4.1 para o óleo de Jubarte

Pulso emitido				***Pulso refletido***	
Interface alumínio água		***Interface água óleo***		***Interface alumínio água***	
P_2/P_1	-0,85	P_6/P_3	-0,06	p_9/p_6	0,85
I_2/I_1	0,72	I_6/I_3	0,0041	I_9/I_6	0,72
P_3/P_1	0,15	P_5/P_3	0,94	p_8/p_6	1,85
I_3/I_1	0,28	I_5/I_3	0,9959	I_8/I_6	0,28

Da Figura 5.37, podemos obter as amplitudes A_8 e as freqüências ω_8 do pulso ultra-sônico refletido na interface água-óleo Jubarte. O pulso gerado pela reflexão na interface água-óleo começa em 140,13 micro-segundos e termina em 140,35 micro-segundos. Na Figura 5.38 podemos observar que foi possível a detecção do pulso gerado pela reflexão na interface óleo-ar, com o tempo medido em micro-segundos.

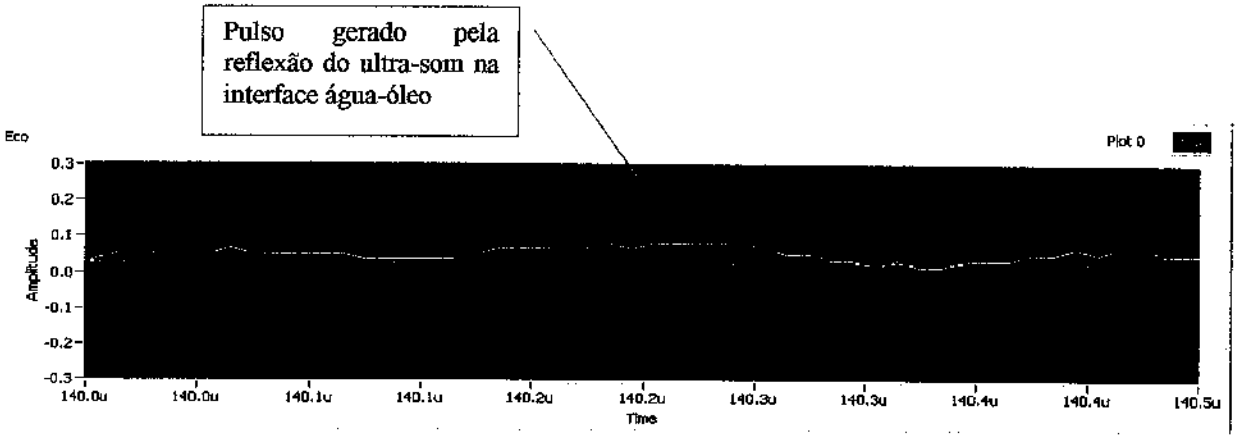

Figura 5.37-Parte do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo

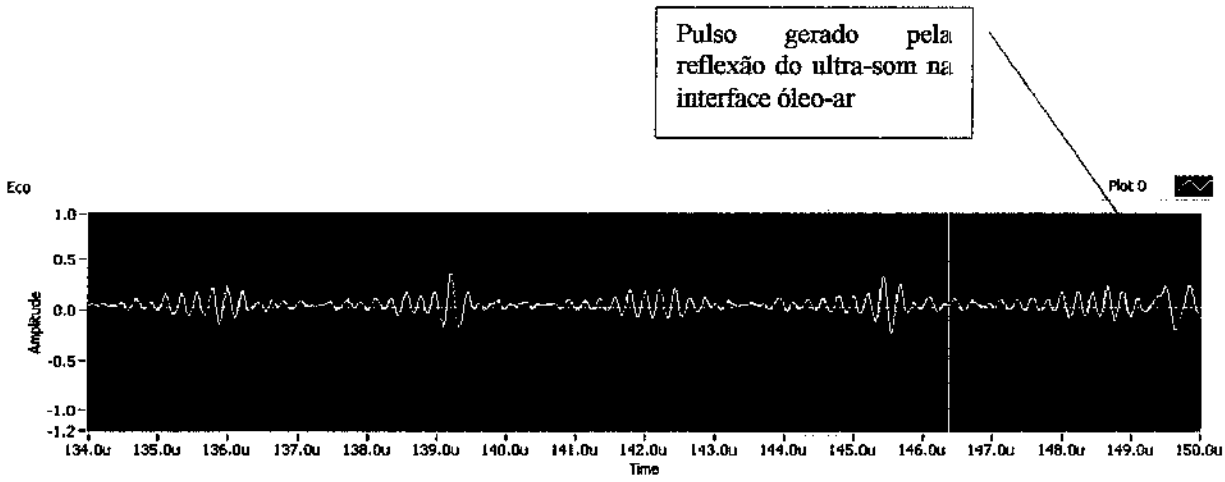

Figura 5.38-Sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface óleo-ar

Na Tabela 5.10 são mostrados os valores das razões das pressões acústicas p_1 do pulso de excitação e captada pelo transdutor piezoelétrico p_8, das intensidades acústicas emitida I_1 e captada pelo receptor I_8 , o nível de intensidade sonora da intensidade acústica I_8 em relação à intensidade acústica I_1.

Tabela 5.10-Relação entre as grandezas acústicas emitidas e captadas pelo transdutor para o óleo de Jubarte

Grandeza	*Valor*	*Unidade*
p_8/p_1	-1,83E-02	-
I_8/I_1	0,03%	-
Nível Sonoro Θ I_8/I_1	-34,75	dB
ω_8	4,44	MHz
A_8	0,15	cm
I_1	1,27E+18	W/m^2
I_1	3,63E+14	W

De maneira análoga ao óleo de Jubarte, as Tabelas 5.11, 5.12 e 5.13 trazem um balanço das pressões e intensidades acústicas de um pulso ultra-sônico ao percorrer o trajeto da figura 4.1 para a emulsão de 25%. Nas Tabelas 5.14, 5.15 e 5.16 são mostrados os mesmos resultados para a emulsão de 35%.

Tabela 5.11-Impedâncias acústicas do alumínio, água e emulsão de 25%

Grandeza	*Valor*
ρ_{al}	2700
ρ_{aq}	1000
API°	17
$\rho_{jubarte}$	952,86
% em peso	25,28
$\rho_{35\%}$	964,78
V_{al}	6397,2
V_{aq}	1441,7
$V_{35\%}$	1642,6
Z_{al}	17,27
Z_{aq}	1,44
$Z_{35\%}$	1,58

Tabela 5.12-Razão entre pressões e intensidades acústicas método pulso-eco da Figura 4.1 para emulsão de 25%

Pulso emitido				***Pulso refletido***	
Interface alumínio água		***Interface água óleo***		***Interface alumínio água***	
p_2/p_1	-0,85	p_6/p_3	0,05	p_9/p_6	0,85
I_2/I_1	0,72	I_6/I_3	0,0022	I_9/I_6	0,72
p_3/p_1	0,15	p_5/p_3	1,05	p_8/p_6	1,85
I_3/I_1	0,28	I_5/I_3	0,9978	I_8/I_6	0,28

Da Figura 5.39, podemos obter as amplitudes A_8 e as freqüências ω_8 do pulso ultra-sônico refletido na interface água-emulsão 25%. Na Figura 5.39, o tempo foi medido em micro-segundos. O pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-emulsão de 25% começa em 135,06 μs e termina em 135,3 μs.

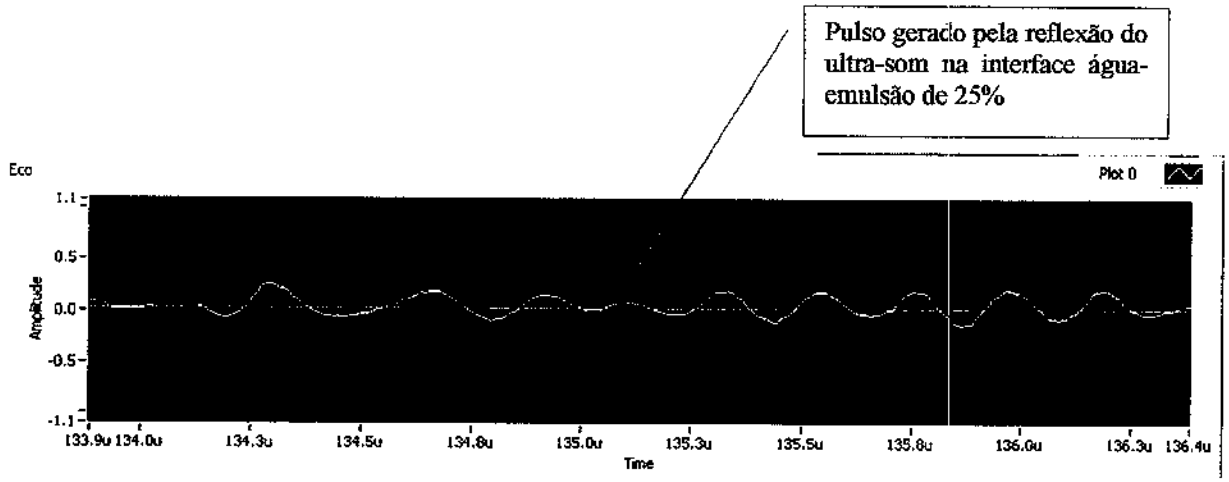

Figura 5.39-Parte do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-emulsão 25%

Tabela 5.13-Relação entre as grandezas acústicas emitidas e captadas pelo transdutor para emulsão de 35%

Grandeza	*Valor*	*Unidade*
p_8/p_1	1,34E-02	-
I_8/I_1	0,02%	-
Nível Sonoro Θ I_8/I_1	-37,43	dB
ω_8	4,16	MHz
A_8	0,15	cm
I_1	1,92E+18	W/m^2
I_1	5,48E+14	W

Tabela 5.14-Impedâncias acústicas do alumínio, água e emulsão de 35%

Grandeza	*Valor*
ρ_{al}	2700
ρ_{aq}	1000
API°	17
$\rho_{jubarte}$	952,86
% em peso	35,28
$\rho_{35\%}$	969,49
V_{al}	6397,2
V_{aq}	1441,7
$V_{35\%}$	1602,8
Z_{al}	17,27
Z_{aq}	1,44
$Z_{35\%}$	1,55

Tabela 5.15-Razão entre pressões e intensidades acústicas método pulso-eco da Figura 4.1 para emulsão de 35%

Pulso emitido				***Pulso refletido***	
Interface alumínio água		***Interface água óleo***		***Interface alumínio água***	
p_2/p_1	-0,85	p_6/p_3	0,04	p_9/p_6	0,85
I_2/I_1	0,72	I_6/I_3	0,0014	I_9/I_6	0,72
p_3/p_1	0,15	p_5/p_3	1,04	p_8/p_6	1,85
I_3/I_1	0,28	I_5/I_3	0,9986	I_8/I_6	0,28

Da Figura 5.40, podemos obter as amplitudes A_8 e as freqüências ω_8 do pulso ultra-sônico refletido na interface água-emulsão 35%. O pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-emulsão 35% começa em 130,82 μs e termina em 131,08 μs.

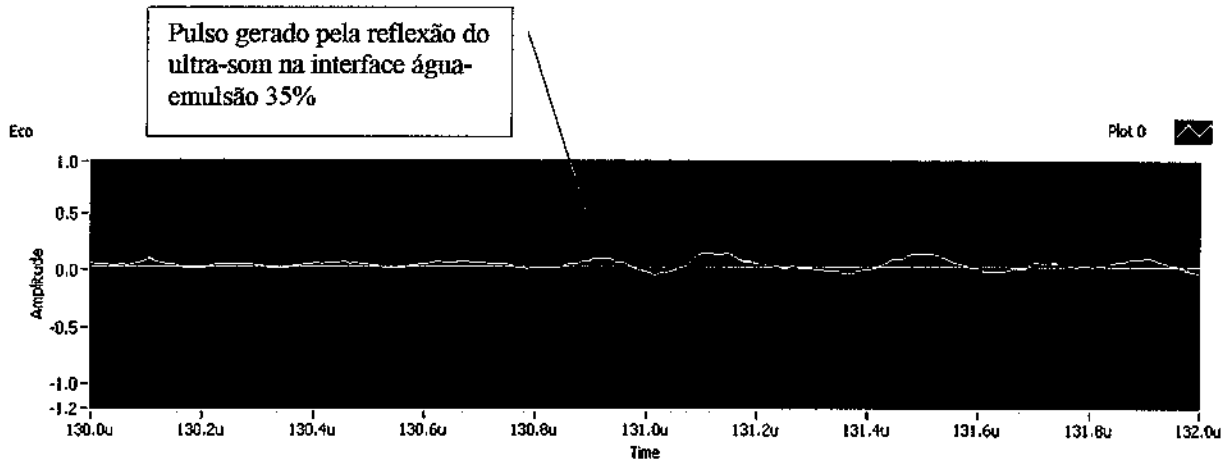

Figura 5.40-Parte do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-emulsão 35%

Tabela 5.16-Relação entre as grandezas acústicas emitidas e captadas pelo transdutor para emulsão de 35%

Grandeza	*Valor*	*Unidade*
p_8/p_1	1,1E-02	-
I_8/I_1	0,011%	-
Nível Sonoro Θ I_8/I_1	-39,46	dB
ω_8	3,84	MHz
A_8	0,14	cm
I_1	2,29E+18	W/m^2
I_1	6,54E+14	W

As Tabelas de 5.8 a 5.16 mostram alguns resultados interessantes. A razão entre as intensidades acústicas refletida e incidente na interface água-óleo é pequena. Uma pequena parcela de energia é refletida nessa interface. Ao atingir a interface água-alumínio, apenas 28% dessa pequena quantidade de energia chegará ao receptor. Esse fato decorre da pequena diferença de impedância acústica entre a água e o óleo, podendo ser aplicado também às emulsões de 25% e 35%. De maneira análoga à intensidade acústica, o mesmo pode ser aplicado para as pressões acústicas incidente e refletida.

Nessas tabelas é possível observar uma diminuição da razão entre as intensidades acústicas emitida e captada pelo transdutor à medida que o teor de água no óleo aumenta (óleo de Jubarte, emulsão de 25% e por fim emulsão de 35%). Esse fato também se estende à razão entre as pressões acústicas incidente e captada pelo transdutor. As tabelas mostram também que a quantidade de energia emitida I_1 cresce com o aumento do teor de água no óleo.

A Tabela 5.17 mostra as perdas das intensidades acústicas em decibéis das emulsões, tomando-se como referência o óleo de Jubarte:

Tabela 5.17-Perdas das intensidades acústicas das emulsões de 25 e 35% em relação ao óleo de Jubarte

Grandeza	*Valor*	*Unidade*
$\omega_{jubarte}$	4,44	MHz
$A_{jubarte}$	0,16	V
$\omega_{35\%}$	4,16	MHz
$A_{35\%}$	0,15	V
$\omega_{45\%}$	3,84	MHz
$A_{45\%}$	0,15	V
Nível Sonoro $\Theta_{25\%}$	-1,126	dB
Nível Sonoro $\Theta_{35\%}$	-1,822	dB

A Tabela 5.17 mostra que o aumento do teor de água implica numa atenuação do sinal, o que pode ser observado pela diminuição da freqüência ω_8 do pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo.

Um outro aspecto analisado nesse trabalho foi a atenuação do sinal para óleos de diferentes viscosidades. Para o óleo leve e o de Fazenda Alegre, foram extraídas as amplitudes A_8 e as freqüências ω_8 presentes nas Figuras 5.41 e 5.42, respectivamente:

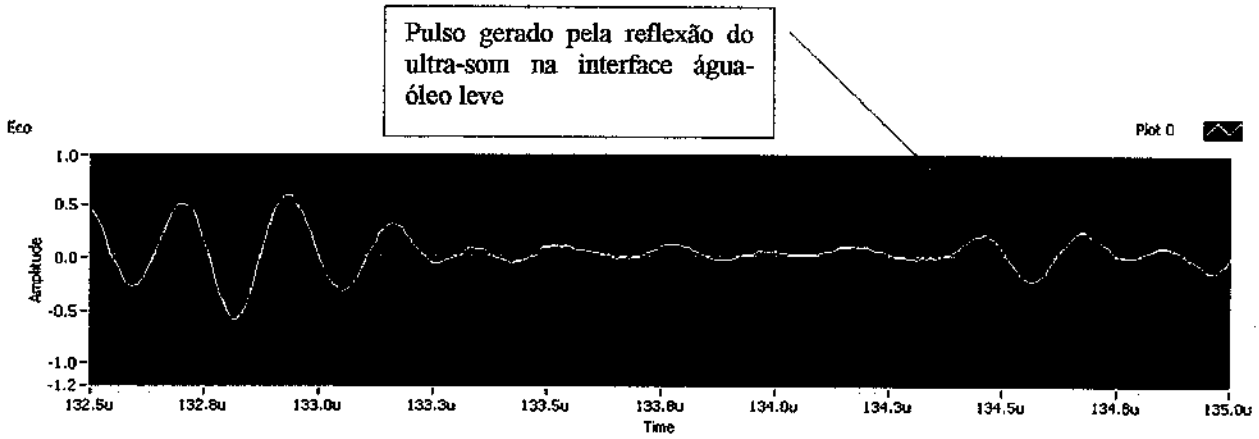

Figura 5.41-Parte do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo leve

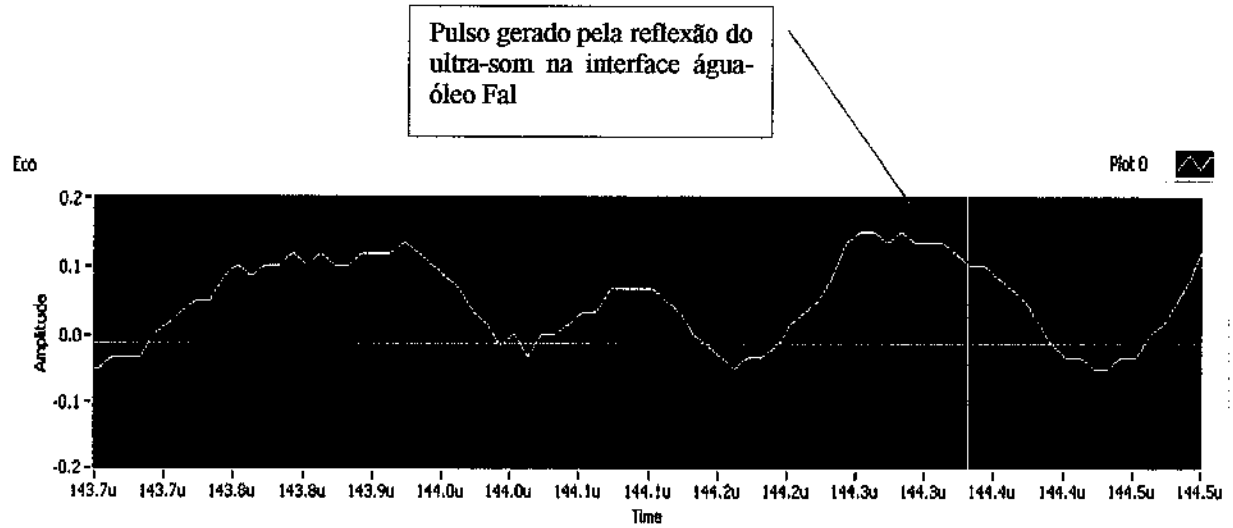

Figura 5.42-Parte do sinal original com o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo Fal

Na Figura 5.41, o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo leve começa em 134,43 μs e termina em 134,64 μs. Na Figura 5.42, o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo Fal começa em 144,51 μs e termina em 144,2 μs. Para ilustrar a atenuação diante desse óleo, na Figura 5.43 é mostrada a amplitude instantânea do sinal original:

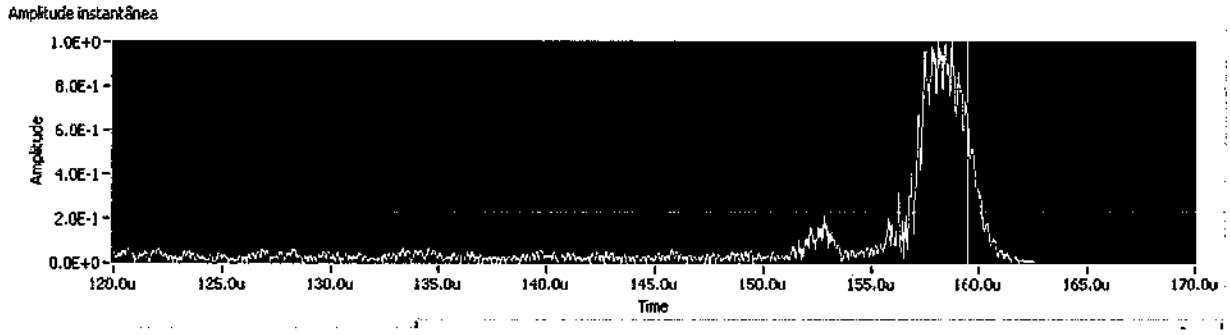

Figura 5.43-Trecho do sinal de amplitude instantânea onde se encontra o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo Fal

É possível observar que para o intervalo de tempo onde se encontra o pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo Fal indicado na Figura 5.42, as amplitudes do sinal original se confundem com os ruídos presentes no mesmo. A amplitude A_8 e a freqüência ω_8 do óleo de Jubarte se encontram na Figura 5.37. A Tabela 5.18 mostra os níveis de intensidade sonora da intensidade acústica do óleo de Jubarte e Fazenda Alegre em relação ao óleo leve:

Tabela 5.18-Nível de intensidade sonora das intensidades acústicas do óleo de Jubarte e de Fazenda Alegre em relação ao óleo leve

Grandeza	*Valor*	*Unidade*
ω_{leve}	4,8	MHz
A_{leve}	0,4	V
$\omega_{jubarte}$	4,44	MHz
$A_{jubarte}$	0,16	V
ω_{Fal}	3,22	MHz
A_{Fal}	0,18	V
Nível Sonoro $\Theta_{Jubarte}$	-8,57	dB
Nível Sonoro Θ_{Fal}	-10,33	dB

A Tabela 5.18 e as Figuras 5.37, 5.41, 5.42, 5.43 mostram que o aumento da viscosidade implica numa atenuação do sinal, o que pode ser observado pela diminuição da freqüência ω_8 do pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface água-óleo. Esse fato é também comprovado pelo aumento do nível de intensidade sonora em relação ao óleo leve quando há um aumento da viscosidade do óleo. Para interface líquido-líquido, os níveis de energia são maiores do que gás-líquido, o que pode ser observado comparando-se os sinais originais de um sistema líquido-líquido com um sistema gás-líquido.

CAPÍTULO 6

Conclusões e Sugestões

Este trabalho verificou a aplicação de técnicas de ultra-som para monitoramento da espessura do filme de líquido em escoamentos gás-líquido e líquido-líquido, a partir da medição dos tempos de trânsito e do conhecimento prévio da velocidade do ultra-som na água, determina-se a espessura do filme de líquido. O campo de aplicação dessa técnica é bem amplo, podendo ser possível a determinação de outros parâmetros do escoamento tais como: fração de vazios, *holdup*, viscosidade entre outros.

O estudo aponta algumas conclusões que merecem destaque:

a) aplicação da técnica em escoamentos gás-líquido: o método pulso-eco pode ser aplicado a um escoamento gás-líquido fornecendo bons resultados, devido a acentuada diferença de impedância entre o gás e o líquido, grande parte do sinal incidente é refletida na interface entre os dois meios, sendo captada pelo receptor. Somente uma pequena parcela do ultra-som incidente é transmitida nesse caso. Na indústria do petróleo, essa técnica pode ser aplicada, por exemplo, num escoamento intermitente, padrão bastante comum nas linhas de produção de petróleo e gás.

b) realização com testes transientes: é possível também o monitoramento do filme de líquido em função do tempo.

c) aplicação da técnica em escoamentos líquido-líquido: o método pulso-eco pode ser aplicado em escoamentos líquido-líquido, sendo necessária a utilização de outros recursos computacionais ou não para monitorar a translação do pulso gerado pela reflexão na interface entre os dois líquidos. A eliminação dos ruídos presentes constitui um desses recursos para melhoria da captação do sinal refletido na interface líquido-líquido. Essa utilização desses recursos se deve à pequena diferença de impedâncias acústicas entre os dois líquidos, o que implica numa baixa quantidade de energia acústica refletida entre os dois meios líquidos. Esse mesmo raciocínio é válido para as pressões acústicas captadas pelo receptor. O pulso refletido para esse caso tem baixas amplitudes.

d) presença de ruídos: a presença de ecos secundários das mais diversas naturezas (eletromagnética ou mecânica) pode dificultar a aplicação da técnica do pulso-eco. Esse fato é agravado quando se deseja monitorar a espessura de um escoamento líquido-líquido. Com a pequena diferença de impedância entre os meios, o pulso refletido que corresponde à interface entre esses dois meios pode ter amplitude e freqüência similares aos ruídos. A detecção dos picos de amplitude no envelope do sinal torna-se mais difícil.

e) emulsões: esse estudo revelou que o aumento o teor de água implica numa atenuação do sinal captado pelo receptor. A presença de emulsões pode comprometer a utilização da técnica, dependendo do teor de água presente. Esse aumento do teor de água implica em aumento dos níveis de energia necessária emitida para captar um sinal refletido.

f) efeito de viscosidade: o aumento da viscosidade do óleo em escoamento água-óleo mostrou uma atenuação crescente do sinal. Essa atenuação irá complicar a aplicação do método pulso-eco.

Como recomendação para trabalhos futuros, pode ser investigado o monitoramento da espessura do filme de água em função do tempo para emulsões de água em óleo e óleos ultra-viscosos. Esse trabalho deverá envolver um "janelamento" do pulso gerado pela reflexão do ultra-som na interface entre os meios líquidos se o nível de ruído for comparável à amplitude e freqüência desse pulso.

Um outro ponto que ser explorado é a possibilidade de se trabalhar no modo transmissão-recepção, aproveitando a grande parcela de energia que é transmitida quando a diferença de impedâncias acústicas entre água e óleo é pequena. Podem ser analisados o efeito da presença de emulsões e óleos viscosos para ser trabalhar nesse modo. A detecção da interface óleo-ar num sistema alumínio, água, óleo e ar vislumbra a possível aplicação do ultra-som nesse modo.

Referências:

BOND, L. J. et al. Ultrasonic Technologies for Advanced Process Monitoring, Measurement, and Control. ***Proceedings of the 20th IEEE Information and Measurement Technology Conference***, Vail, CO, USA, May 20-22, v.2, p 1288-1293, 2003.

BOUCHARD, J. G.; PAYNE, P.A.; SZYSZKO, S. Non-invasive measurement of process states using acoustic emission techniques coupled with advanced signal processing. ***Chemical Engineering Research and Design***, Part A: Transactions of the Institute of Chemical Engineers, USA, Vol.72, n A1, p 20-25, 1994, ISSN 0263-8762.

CARLSON, Johan.; GREENBERG, Anders. Ultrasonic Measurements of Particle Concentration in a Multiphase Flow. ***Proceedings of IEEE Ultrasonics Symposium***, p. 757-760, 1999.

CHANG, J. S.; ICHIKAWA, Y.; IRONS, G. A. Flow regime Characterization and Liquid Film Thickness Measurement in Horizontal Gas-liquid Two-Phase Flow by Ultrasonic Method. ***AIAA/ASME Joint Plasma Thermophs***, St. Louis, Heat Transfer Conference, p 7-12, 1982.

CHANG, J. S.; MORALA, E.C. Determination of two-phase interfacial areas by an ultrasonic technique, ***Nuclear Engineering and Design, North Holland***, Vol. 122, n 1-3, p 143-156, September 1990, ISSN 0029-5493.

CHUN, M-H; PARK, J-R; LEE, Sekyung. Parametric Effects on the Liquid Film Thickness Measurement by an Ultrasonic Method, ***Transactions of the Nuclear Society***, Vol. 46, p 849-850, 1984.

EREN, H.; LOWE, A. M.; BASHARAN, B. Processing Ultrasonic Signals to Identify Fluid Contents in Transit-Time Flowmeters, ***IEEE Instrumentation and Measurements Techonology Conferrence***, Anchorage, AK, USA, p 1491-1495, May 2002.

FRANÇA, F. A. ***Conceitos Básicos e Característica Gerais de Instrumentos***, 2004, 162 f. Curso de instrumentação-Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FIEDLER, S.; YILDIZ, S.; AURACHER, H. Determination of film thickness and flooding during reflux condensation in a small, inclined tube with an ultrasonic transducer, ***International Journal of Energy Research***, Vol. 27, p 315-325, June 2003.

GREENWOOD, M.S.; BAMBERGER, J. A. Measurement of viscosity and shear wave velocity of a liquid or slurry for on-line process control, ***Ultrasonics***, Vol. 39, p 623-630, Abril 2002, ISSN 0041-624X.

KAMEI, T.; SERIZAWA, A. Measurement of 2-dimensional local instantaneous liquid film thickness around simulated nuclear fuel rod by ultrasonic transmission technique, ***Nuclear Engineering and Design***, Vol. 184, n. 2-3, p 349-362, October 1998, ISSN 0029-5493.

KAWATA, Yuko; FUJITA, Kazuo. Some Predictions of Possible Unconventional Hydrocarbons Availability Until 2100, ***Spe Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition***, Jakarta, Indonesia, April 17-19, 2001.

KUMAR, Manoj; HORNE, Roland N. Ultrasonic Rate Measurements in Two-Phase Bubble Flow. ***Spe Annual Technical Conference and Exhibition***, Dallas, USA, October 22-25, 2003.

LAMPREIA, I. M. S; MENDONÇA, A. F. S. S. Uncertainties of useful thermodynamic properties calculated from ultrasound speed measurements in liquids and solutions, ***Measurement Science and Technology***, p 2391-2395, October 2005.

LU, Qing; SURYANARAYANA, N. V.; CHRISTODOULU, Christodoulous. Film Thickness Measurement with an Ultrasonic Transducer, ***Experimental Thermal and Fluid Science***, USA, Vol. 7, n. 4, p 354-361, 1993, ISSN 0894-1777.

MCKAY, Aidan. E & P Dynamic Profitable Growth Business, ***Spe Annual Technical Conference and Exhibition***, Denver, Colorado, USA, October 5-8, 2003.

MACCHI, Arturo.; GRACE, J.R.; Bi, Hsiaotao. Use of Ultrasound for Phase Holdup Measurements in Multiphase Systems, ***The Canadian Journal of Chemical Engineering***, Vol. 79, p 570-578, 2001, ISSN 0008-4034.

NAKAMURA, H.; KONDO, M.; KUKITA, Yutaka. Simultaneous measurement of liquid velocity and interface profiles of horizontal duct wavy flow by ultrasonic velocity profile meter, ***Nuclear Engineering and Design***, Vol. 184, p 339-348, 1998, ISSN 0029-5493.

NOMURA, T; SAITOH, A; HORIKOSHI, Y. Measurement of acoustic properties of liquid using liquid flow SH-SAW sensor system. Sensors and Actuators, B: Chemical, Basel, Vol. 76, n. 1-3, p 69-73, 2001, ISSN 0925-4005.

STARKOVICH, V. S. et al. Ultrasonic Liquid Film Thickness Measurements , ***Transactions of The American Nuclear Society***, Vol. 35, p 640-641, 1980.

SELEGHIM JR., Paulo. Sensoriamento Ultra-sônico para Medição de Grandezas Físico - químicas, 2004, 30f. ***Apresentação - Faculdade de Engenharia Mecânica***, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SERIZAWA, A. et al. Non-Intrusive Measurement of Dynamic Behavior of a Liquid Film Flow, Proc. ***German-Japanese Symposium on Multiphase Flow***, Supplement, Karlsruhe, Germany, p 63-73, 1994.

SILVA, Rosivânia Paixão. ***Geração e caracterização reológica de emulsões de água em óleo pesado para aplicações em projetos de separadores gravitacionais***, 2004, 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Petróleo)-Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

TAITEL, Yemada; DUKLER, A.E. A model for predicting flow regime transitions in horizontal and near horizontal gas-liquid flow. ***American Institute of Chemical Engineering***, Vol. 22, n°1, p. 74-55, January 1976.

TREVISAN, Francisco Exaltação. ***Padrões de fluxo e perda de carga em escoamento trifásico horizontal de óleo pesado, água e ar***, 2003, 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Petróleo)-Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

VANEGAS PRADA, José Walter. ***Estudo experimental do escoamento anular óleo-água ("core flow") na elevação de óleos ultra-viscosos***, 1999, 191f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

VATANAKUL, Maytinee; ZHENG, Ying; COUTURIER, Michel. Application of Ultrasonic Technique in Multiphase Flows. ***Industrial end Engineering Chemistry Research***, USA, v.43, n 18, p 5681-5691, September 1, 2004, ISSN 0888-5885.

XU, L.J.; XU, L.A. Gas/liquid Two-Phase Flow Regime Identification by Ultrasonic Tomography, ***Flow Measurement Instrument***, Vol. 8, n 3/4 , p 145-155,1997.

WURFEL, R.; KREUTZER, T.; FRATZSCHER, W. Turbulence Transfer Processes in Adiabatic and Condensing Film Flow in an Inclined Tube, Chemical Engineering and Technology, Vol. 26, n. 4, p 439-448, 2003, ISSN 0930-7516.

Bibliografia:

ASHER, R. C. ***Ultrasonic Sensors***. Bristol and Philadelphia, USA. Institute of Physics Publishing, 473 páginas, 1997, ISBN 0-7503-0361-1.

BENDAT, J. S. & PIERSOL, A. G. ***Random Data***: analysis and measurement procedures, USA. John Wiley & Sons, 407 páginas, Julho, 1971, ISBN 0-471-06470-X.

KINSLER, L. E. et al. ***Fundamentals of Acoustics***. California, USA. John Wiley & Sons, 480 páginas, Agosto, 1980, ISBN 0471094102.

POULARIKAS, A.D. ***The transforms and applications handbook***, USA. IEEE Press, 1319 páginas, 1999, ISBN 0-8493-8595-4.

PANAMETRICS - NDT NON DESTRUCTIVE ULTRASONIC TRANSDUCERS, SENSORS AND TESTING EQUIPMENT, ***Technical Notes.*** Disponível em: http://www.panametrics-ndt.com/ndt/ndt_transducers/downloads/transducer_technotes.pdf. Acesso em: 15 de dezembro de 2005.

Anexos

I-Curvas Reológicas dos Fluidos Utilizados

As análises reológicas dos óleos e das emulsões foram realizadas no laboratorio do Departamento de Engenharia de Petróleo da FEM-UNICAMP. A Tabela I.1 mostra os valores de tensão de cisalhamento *Tau* em função da taxa de deformação *D* do óleo leve:

Tabela I.1-Valores de tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação para óleo leve

Tau[Pa]	*D[1/s]*	*Eta[Pas]*	*t[min]*	*Temp[øC]*
0.218	0	0	0	24.9
6.908	14.91	0.463	0.1	24.9
13.98	30.29	0.461	0.21	24.9
20.74	45.09	0.46	0.31	24.9
28.15	60.45	0.466	0.42	24.9
33.78	75.9	0.445	0.52	24.9
41.08	91.26	0.45	0.63	24.9
47.73	106.3	0.449	0.73	24.9
52.53	121.6	0.432	0.84	24.9
59.98	137	0.438	0.95	24.9
66.06	152.2	0.434	1.05	24.8
70.07	167.2	0.419	1.15	24.8
76.87	182.6	0.421	1.26	24.8
81.9	198	0.414	1.37	24.8
87.79	213.4	0.411	1.47	24.8
93.54	228.1	0.41	1.58	24.8
98.6	243.6	0.405	1.68	24.9
103.9	259	0.401	1.79	24.7
109.6	274.4	0.399	1.89	24.9
114.7	289.2	0.397	2	24.8

115	289.8	0.397	2	24.8
107.9	274.9	0.392	2.1	24.7
102.3	259.5	0.394	2.21	24.8
95.32	244.2	0.39	2.32	24.8
89.53	229.3	0.391	2.42	24.8
84.09	213.8	0.393	2.52	24.8
76.8	198.6	0.387	2.63	24.8
71.84	183.2	0.392	2.74	24.8
66.48	168.2	0.395	2.84	24.9
59.41	152.8	0.389	2.95	24.8
53.85	137.6	0.391	3.05	24.9
47.96	122.1	0.393	3.16	24.9
42.17	107.4	0.393	3.26	24.8
35.82	92.02	0.389	3.37	24.9
29.62	76.52	0.387	3.47	24.8
23.54	61.11	0.385	3.58	24.9
17.34	46.27	0.375	3.68	24.9
12.65	30.77	0.411	3.79	24.8
5.358	15.58	0.344	3.89	24.9
0.256	0.18	1.418	4	24.9

A Figura I.1 mostra a curva reológica obtida a partir da Tabela I.1 :

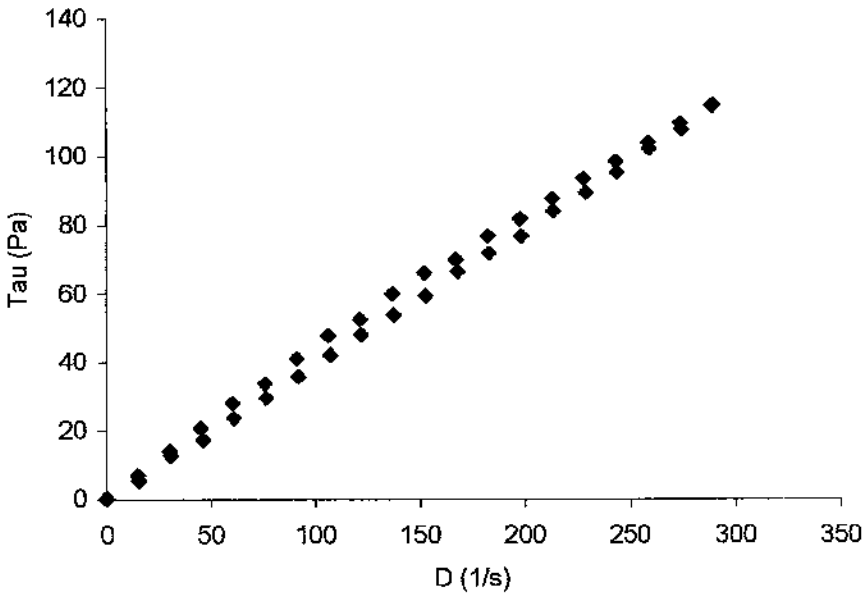

Figura I.1-Curva reológica do óleo leve

A inclinação da curva da Figura I.1 corresponde à viscosidade do óleo. O valor médio encontrado é de 409,55 cP. A Tabela I.2 mostra os valores de tensão de cisalhamento *Tau* em função da taxa de deformação *D* do óleo de Jubarte:

Tabela I.2-Valores de tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação para óleo Jubarte

Tau[Pa]	*D[1/s]*	*Eta[Pas]*	*t[min]*	*Temp[øC]*
0	0	0	0	25
43.19	14.91	2.897	0.1	25
88.28	30.2	2.923	0.21	24.9
131.5	44.99	2.922	0.31	25
175.4	60.54	2.897	0.42	25
217.7	75.86	2.87	0.52	24.9
258.4	91.31	2.83	0.63	25.1
299.2	106.2	2.817	0.73	25
339.3	121.6	2.791	0.84	25
381.2	136.9	2.785	0.95	24.9
421.7	152.2	2.771	1.05	25.1
461.3	167.2	2.759	1.15	25
499.5	182.6	2.735	1.26	24.9
537.7	197.9	2.717	1.37	25
576.2	213.5	2.699	1.47	24.9
611	228.3	2.677	1.58	24.9
648.4	243.5	2.663	1.68	25
682.5	259.1	2.634	1.79	25
713.1	274.5	2.598	1.89	24.9
757.3	289.2	2.619	2	25

758	289.7	2.616	2	25
723.7	274.8	2.633	2.1	25.1
687.7	259.6	2.65	2.21	25
649.9	244.2	2.662	2.32	25
613.3	229.3	2.675	2.42	24.9
576.2	214	2.693	2.52	24.9
539.2	198.6	2.715	2.63	25
498	183.2	2.718	2.74	25
458.7	168.3	2.726	2.84	25
419	152.8	2.741	2.95	25
378.9	137.5	2.755	3.05	25
337	122	2.761	3.16	25
298.4	107.2	2.783	3.26	24.9
256.9	91.97	2.793	3.37	25.1
215	76.38	2.816	3.47	25
173	61.06	2.833	3.58	25
131.9	46.22	2.853	3.68	24.9
88.05	30.77	2.862	3.79	24.9
44.28	15.61	2.837	3.89	25
0	0.152	0	4	25.1

A Figura I. 2 mostra a curva reológica obtida a partir da Tabela I.2:

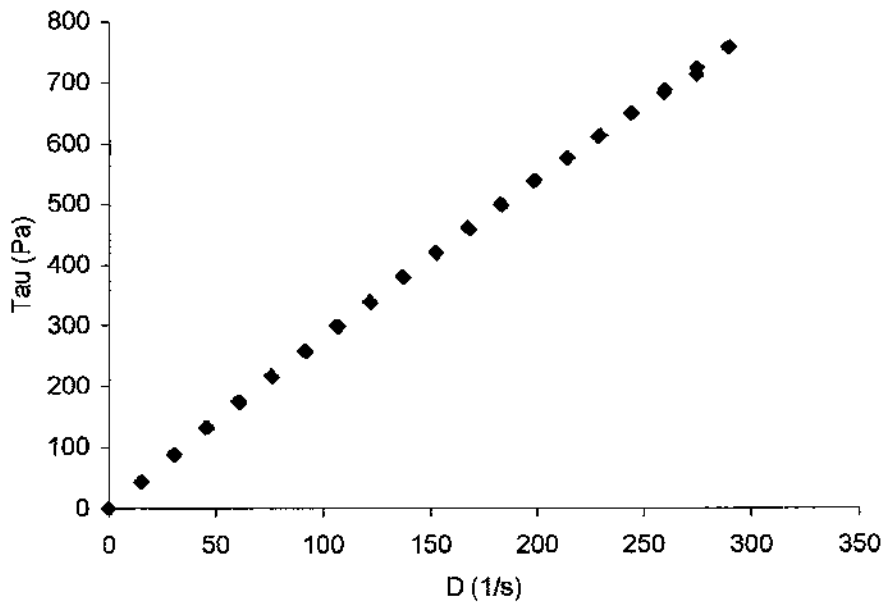

Figura I. 2-Curva reológica do óleo de Jubarte

Apêndices

A-Dedução da equação de propagação da onda acústica

Uma abordagem importante é o entendimento da propagação de uma onda acústica em três dimensões. A propriedade característica das chamadas ondas planas é que cada variável acústica (deslocamento de partícula, densidade, pressão, etc) tem amplitude constante num plano perpendicular à direção de propagação.

Ondas planas podem ser produzidas num fluido confinado numa tubulação pela movimentação de baixa freqüência de um pistão localizado numa das extremidades dessa tubulação. Para grandes distâncias dessa fonte, espera-se um comportamento das ondas similar ao das ondas planas.

Para iniciar essa abordagem, é necessária a definição de algumas grandezas importantes. A posição de equilíbrio $\vec{r}$ de uma partícula de fluido é dada por:

$$\vec{r} = r_1\vec{a}_1 + r_2\vec{a}_2 + r_3\vec{a}_3 \tag{A.1}$$

na qual r_1, r_2, r_3 são as projeções do vetor posição da partícula nas direções $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$ do sistema de coordenadas cartesianas.

O deslocamento da posição de equilíbrio pode ser escrito como:

$$\vec{\xi} = \xi_1\vec{a}_1 + \xi_2\vec{a}_2 + \xi_3\vec{a}_3 \tag{A.2}$$

na qual ξ_1, ξ_2, ξ_3 são as projeções do vetor deslocamento da partícula nas direções $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$ do sistema de coordenadas cartesianas.

A velocidade da partícula de fluido é obtida derivando-se (A.2):

$$\vec{u} = \frac{\partial \vec{\xi}}{\partial t} = u_1 \vec{a}_1 + u_2 \vec{a}_2 + u_3 \vec{a}_3 \tag{A.3}$$

na qual u_1, u_2, u_3 são as projeções do vetor velocidade da partícula nas direções $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$ do sistema de coordenadas cartesianas.

A condensação χ num ponto qualquer do sistema de coordenadas é definida por:

$$\chi = \frac{\rho - \rho_o}{\rho_o} \tag{A.4}$$

na qual ρ e ρ_o são as densidades instantânea e na condição de equilíbrio do fluido num ponto qualquer do sistema de coordenadas.

A pressão acústica é definida como o excesso de pressão num ponto qualquer quando a onda acústica passa por esse ponto, isto é:

$$p = P - P_o \tag{A.5}$$

na qual P e P_o são, respectivamente a pressão instantânea e na condição de equilíbrio do fluido num ponto qualquer do sistema de coordenadas.

O termo partícula de fluido significa um elemento de volume grande o suficiente para conter milhões de moléculas de tal forma que o fluido pode ser considerado um meio contínuo. Esse elemento de volume deve ser pequeno suficiente para que todas as variáveis acústicas possam ser consideradas aproximadamente constantes por todo elemento. As moléculas não têm posição fixa nesse elemento.

Mesmo quando há a passagem da onda acústica, as partículas estão em constante movimento, com velocidade média muito menor que a velocidade de uma molécula associada com o movimento da onda. Uma outra hipótese importante é que esse elemento de volume pode ser tratado como um volume fechado, de tal forma que as moléculas que saem desse elemento são repostas pela mesma quantidade de moléculas que saíram.

Nessa análise, os efeitos gravitacionais são desprezados, sendo ρ_o e P_o uniformes em todo o fluido. Finalmente, limitaremos a análise a ondas com amplitude relativamente pequenas tal que a mudança na densidade do meio será pequena quando comparada com o valor de equilíbrio ($|\chi| << 1$).

A.1) Equação de Estado

Para um gás perfeito em condições isotérmicas, temos:

$$\frac{P}{P_o} = \frac{\rho}{\rho_o} \tag{A.6}$$

Os processos acústicos são aproximadamente adiabáticos, pois não há trocas significativas de energia térmica de uma partícula para outra. O comportamento de um gás perfeito sob essas condições pode ser dado por:

$$\frac{P}{P_o} = \left(\frac{\rho}{\rho_o}\right)^{\gamma} \tag{A.7}$$

na qual γ é o coeficiente isentrópico (razão entre os calores específicos a pressão constante e a volume constante). Para gases reais, a equação de estado em condições adiabáticas é mais complicada. Tomando-se uma expansão em série de Taylor de (A.7), escrevemos:

$$P = P_o + \left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)\bigg|_{\rho_o} (\rho - \rho_o) + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2 P}{\partial \rho^2}\right)\bigg|_{\rho_o} (\rho - \rho_o)^2 + .. + \tag{A.8}$$

Se as flutuações são pequenas, os termos de segunda e ordens subseqüentes podem ser desprezados. A equação (A.8) pode então ser escrita como:

$$P - P_o = \eta\left(\frac{\rho - \rho_o}{\rho_o}\right) \tag{A.9}$$

na qual $\eta = \rho_o\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)\Big|_{\rho_o}$ é o módulo de compressibilidade volumétrico. Em termos da pressão acústica p e a condensação χ, (A.9) pode ser escrita como:

$$p = \eta\chi \tag{A.10}$$

A.2) Equação da Continuidade

Para relacionar o movimento do fluido com sua compressão ou dilatação é necessária uma relação entre a velocidade da partícula $\vec{u}$ e a densidade instantânea ρ do fluido. A equação de conservação da massa na forma diferencial estabelece que:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho\vec{u}) = 0 \tag{A.11}$$

na qual ∇ é o operador divergente.

Por outro lado, se escrevermos que $\rho = \rho_o(1+\chi)$ e assumindo que χ é muito pequeno, podemos escrever:

$$\frac{\partial \chi}{\partial t} + \nabla(\vec{u}) = 0 \tag{A.12}$$

A.3) Equação de Euler

Em fluidos, a existência da viscosidade e o fato dos processos acústicos não serem perfeitamente adiabáticos introduzem termos dissipativos. Esses efeitos estão sendo ignorados nessa análise.

Para o elemento de volume $d\vartheta = dr_1 dr_2 dr_3$ e massa dm, a força líquida $d\vec{f}$ que irá acelerá-lo conforme a segunda lei de Newton será $d\vec{f} = dm\,\vec{a}$. Desprezando-se as forças viscosas, a força líquida atuante no elemento de volume na direção a_1 será:

$$df_{a_1} = \left[P - \left(P + \frac{\partial P}{\partial x} da_1\right)\right] da_2 da_3 = -\frac{\partial P}{\partial a_1} d\vartheta \tag{A.13}$$

Expressões análogas para as direções a_2 e a_3 podem ser obtidas. O vetor força para o diferencial de volume pode ser escrito como:

$$d\vec{f} = df_{a_1}\vec{a}_1 + df_{a_2}\vec{a}_2 + df_{a_3}\vec{a}_3 = -\nabla P d\vartheta \tag{A.14}$$

A velocidade da partícula $\vec{u}$ é uma função do tempo e do espaço. Quando um fluido se move com velocidade $\vec{u}(r_1, r_2, r_3, t)$ em (r_1, r_2, r_3) para uma nova posição $(r_1 + dr_1, r_2 + dr_2, r_3 + dr_3)$ num tempo $t+dt$, a nova velocidade é $\vec{u}(r_1 + dr_1, r_2 + dr_2, r_3 + dr_3, t + dt)$. A aceleração será:

$$\vec{a} = \lim_{dt \to 0} \frac{\vec{u}(r_1 + dr_1, r_2 + dr_2, r_3 + dr_3, t + dt) - \vec{u}(r_1, r_2, r_3, t)}{dt} \tag{A.15}$$

Por outro lado, podemos escrever:

$$dr_1 = u_1 dt \tag{A.16}$$

$$dr_2 = u_2 dt \tag{A.17}$$

$$dr_3 = u_3 dt \tag{A.18}$$

Realizando-se uma expansão em série de Taylor da nova velocidade e utilizando (A.16) a (A.18), podemos escrever:

$$\vec{u}(r_1 + dr_1, r_2 + dr_2, r_3 + dr_3, t + dt) = \vec{u}(r_1, r_2, r_3, t) + \\ + \frac{\partial \vec{u}}{\partial a_1} u_1 dt + \frac{\partial \vec{u}}{\partial a_2} u_2 dt + \frac{\partial \vec{u}}{\partial a_3} u_3 dt + \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} dt \tag{A.19}$$

De (A.16) a (A.19) em (A.15), vem:

$$\vec{a} = \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + u_1 \frac{\partial \vec{u}}{\partial a_1} + u_2 \frac{\partial \vec{u}}{\partial a_2} + u_3 \frac{\partial \vec{u}}{\partial a_3} \tag{A.20}$$

Utilizando a notação de produto escalar $(\vec{u} \cdot \nabla)$:

$$(\vec{u} \cdot \nabla) = u_1 \frac{\partial}{\partial a_1} + u_2 \frac{\partial}{\partial a_2} + u_3 \frac{\partial}{\partial a_3} \tag{A.21}$$

A aceleração pode então ser escrita:

$$\vec{a} = \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla)\vec{u} \tag{A.22}$$

Reescrevendo-se a segunda lei de Newton com $dm = \rho\, d\vartheta$ e utilizando (A.22):

$$-\nabla P = \rho \left[\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla)\vec{u} \right] \tag{A.23}$$

A equação (A.23) é chamada de equação de Euler. Algumas simplificações podem ser realizadas. Se assumirmos que $|\chi| << 1$ e que $|(\vec{u} \cdot \nabla)\vec{u}| <<< |\partial \vec{u}/\partial t|$, a densidade ρ pode ser substituída por ρ_o e finalmente podemos escrever:

$$-\nabla p = \rho_o \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} \tag{A.24}$$

A equação (A.24) é uma equação linear de balanço de forças, válida para processos acústicos de pequena amplitude (velocidade elevada da onda sonora).

As equações (A.10), (A.12) e (A.24) podem ser combinadas e fornecer uma equação diferencial de uma única variável dependente. A velocidade da partícula $\vec{u}(r_1, r_2, r_3, t)$pode ser eliminada entre (A.12) e (A.24). Tomando-se o divergente de (A.24):

$$-\nabla \cdot (\nabla p) = \rho_o \nabla \cdot \frac{\partial \vec{u}}{\partial t}$$

$$-\nabla^2 p = \rho_o \nabla \cdot \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} \tag{A.25}$$

na qual ∇^2é o Laplaciano. Tomando-se a derivada temporal de (A.12) e utilizando $\partial(\nabla \cdot \vec{u})/\partial t = \nabla \cdot (\partial \vec{u}/\partial t)$, podemos escrever:

$$\frac{\partial^2 \chi}{\partial t^2} + \nabla \cdot \left(\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} \right) = 0 \tag{A.26}$$

De (A.26) em (A.25), vem:

$$\rho_o \frac{\partial^2 \chi}{\partial t^2} = \nabla^2 p \tag{A.27}$$

Utilizando a equação de estado (A.10) para eliminar χ:

$$\nabla^2 p = \frac{1}{V^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} \tag{A.28}$$

na qual V é definida por:

$$V = \sqrt{\frac{\eta}{\rho_o}} \tag{A.29}$$

na qual V é a velocidade do som no fluido.

A.4) Reflexão e Transmissão para Incidência Normal

A.4.1) Ondas Harmônicas Planas

Para uma onda acústica se propagando na direção a_1, a equação de propagação da onda se reduz a:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial a_1^{\,2}} = \frac{1}{V^2}\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} \tag{A.30}$$

na qual $p = p(r_1, t)$. A forma complexa da solução harmônica da equação (A.30) para a pressão acústica p de uma onda planar é:

$$p = J\exp[i(\omega t - \nu\, r_1)] + L\exp[i(\omega t + \nu\, r_1)] \tag{A.31}$$

na qual L e J são as amplitudes dos harmônicos da pressão acústica, ω é a freqüência da onda, ν é o número de onda definido por:

$$\nu = \frac{\omega}{V} \tag{A.32}$$

De acordo com a equação (A.24), a velocidade da partícula é:

$$u = \left[\frac{J}{\rho_o V}\exp[i(\omega t - \nu\, r_1)] - \frac{L}{\rho_o V}\exp[i(\omega t + \nu\, r_1)]\right]\vec{a}_1 \tag{A.33}$$

Separando-se os termos da equação (A.31) e (A.33):

$$p_+ = J\exp[i(\omega t - \nu\, r_1)] \tag{A.34}$$

$$p_- = L\exp[i(\omega t + \nu\, r_1)] \tag{A.35}$$

$$u_+ = \frac{p_+}{\rho_o V} \tag{A.36}$$

$$u_- = -\frac{p_-}{\rho_o V} \tag{A.37}$$

A Figura 3.5 ilustra a reflexão e a transmissão de uma onda acústica quando atinge uma interface entre dois meios com impedâncias diferentes. A pressão acústica incidente p_i pode ser dada por:

$$p_i = A_i \exp[i(\omega t - \nu_I r_1)] \tag{A.38}$$

As pressões acústica refletida e transmitida podem ser escritas:

$$p_r = A_r \exp[i(\omega t + \nu_I r_1)] \tag{A.39}$$

$$p_t = A_t \exp[i(\omega t - \nu_{II} r_1)] \tag{A.40}$$

Os números de onda ν são diferentes nos dois meios, pois há mudança da velocidade da onda sonora do meio 1 para o 2. Existem duas condições de contorno que devem ser satisfeitas:

a) continuidade das pressões: as pressões acústicas na interface entre os meios devem ser iguais, isto é, não dever haver força líquida atuante na interface;

b) continuidade das velocidades das partículas: as velocidades das partículas na interface devem ser iguais para que os fluidos se mantenham em contato;

Na interface entre os dois meios:

$$p_r + p_i = p_t \tag{A.41}$$

$$u_r + u_i = u_t \tag{A.42}$$

Dividindo-se a equação (A.41) por (A.42), podemos escrever:

$$\frac{p_r + p_i}{u_r + u_i} = \frac{p_t}{u_t} \tag{A.43}$$

$$Z_I \frac{p_i + p_r}{p_i - p_r} = Z_{II} \tag{A.44}$$

O coeficiente de reflexão é dado pela razão entre as pressões acústicas refletida e incidente (p_r e p_i):

$$R = \frac{p_r}{p_i} = \frac{Z_{II} - Z_I}{Z_{II} + Z_I} \tag{A.45}$$

A intensidade do coeficiente de reflexão pode ser determinada por:

$$R_M = \frac{I_r}{I_i} = \frac{(Z_{II} - Z_I)^2}{(Z_{II} + Z_I)^2} \tag{A.46}$$

Lembrando que $1 + R = T$, podemos escrever para o coeficiente de transmissão:

$$T = \frac{p_t}{p_i} = \frac{2Z_{II}}{Z_{II} + Z_I} \tag{A.47}$$

$$T_M = \frac{I_t}{I_i} = \frac{4Z_I Z_{II}}{(Z_{II} + Z_I)^2} \tag{A.48}$$

Para as equações de (A.46) a (A.48), temos que os valores de R_M, T e T_M são positivos enquanto que R pode ser negativo ($Z_I > Z_{II}$). Isso significa que houve reversão de fase da pressão refletida, estando esta última defasada de 180° da pressão incidente. Fisicamente, isto significa que as compressões que estavam acontecendo no meio 1 com a passagem da onda incidente não

mais ocorrem, passando este último a ser "descomprimido" ou rarefeito com a passagem da onda refletida.

Quando $Z_I < Z_{II}$, as pressões incidentes e refletidas estarão em fase. A pressão incidente e a pressão transmitida estão sempre em fase, uma vez que T é positivo. Os coeficientes de reflexão e transmissão nos fornecem uma previsão de comportamento acústico quando um par de fluidos são submetidos a uma onda incidente. Dependendo das impedâncias acústicas de cada meio, pode existir maior reflexão ou transmissão. Esse fato é determinante para a utilização da técnica do ultra-som e para definição da configuração dos transdutores do ultra-som na tubulação (receptor ou emissor do mesmo lado do tubo ou diametralmente opostos).

Em termos das intensidades de energia, podemos dizer ainda:

$$I_r + I_t = I_i \tag{A.49}$$

A conservação da energia estabelece que a energia acústica incidente deve ser igual à soma das energias acústicas refletida e transmitida desde que a incidência da onda seja normal à interface.

B-Outras Transformadas e Suas Aplicações

As informações contidas nesse apêndice foram obtidas de (Poularikas, A. ,D, 1999).

B.1) Fourier

A transformada de Fourier permite a decomposição de um sinal qualquer em sinais harmônicos simples com freqüência, amplitude e fase. Essa decomposição é chamada de análise de Fourier. Esse princípio mostra que um pulso pode ser composto a partir da superposição de sinais com diferentes freqüências. A visualização gráfica é obtida num espectro de freqüência que mostra as freqüências e suas respectivas amplitudes dos harmônicos que compõe o pulso original. Isso é ilustrado nas Figuras B.1 e B.2:

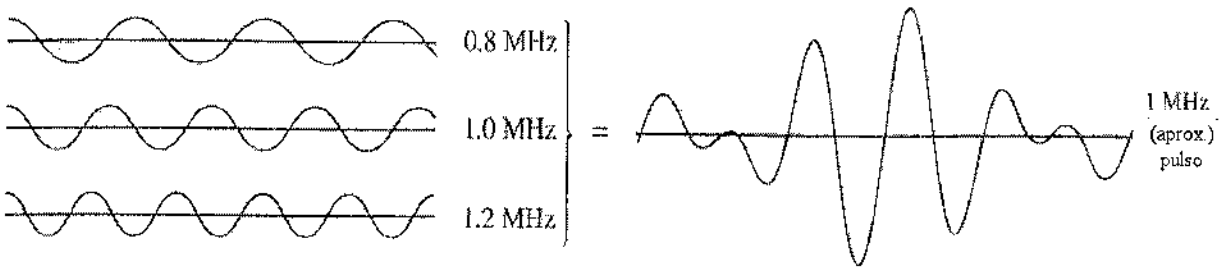

Figura B.1-Decomposição de um pulso em sinais harmônicos (fonte: Asher, R.C,1997)

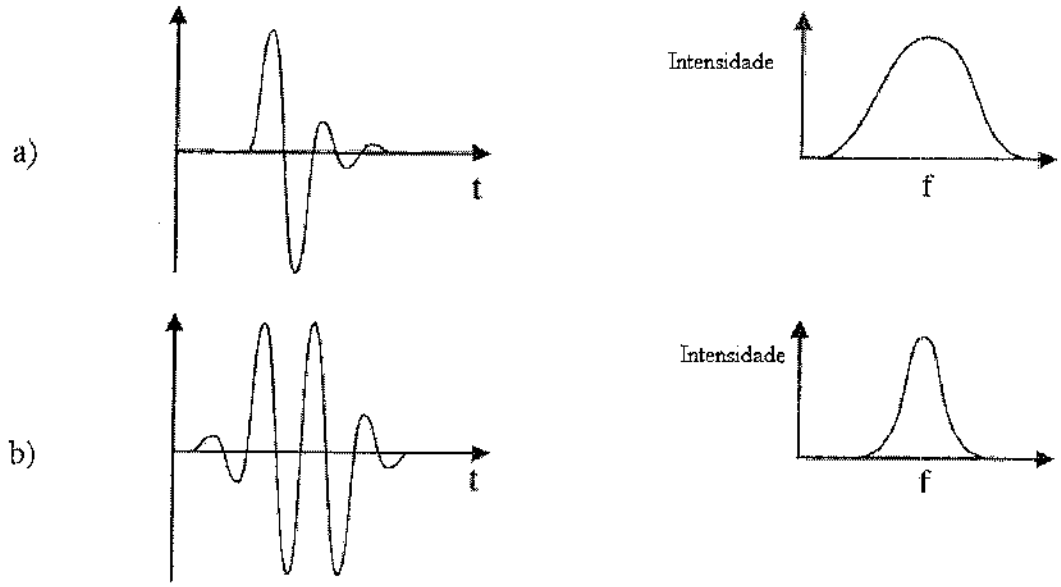

Figura B.2-Espectro de freqüência de pulsos (fonte: Asher, R.C,1997)

A transformada de Fourier é definida por:

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-i\omega t} dt \qquad \text{(B.1)}$$

na qual $x(t)$ é um sinal qualquer e função do tempo t, i é a unidade imaginária e $X(\omega)$ é a transformada de Fourier do sinal $x(t)$. A transformada inversa de Fourier pode ser escrita:

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega) e^{i\omega t} d\omega \tag{B.2}$$

Considere um sistema que tenha uma entrada *q(t)* qualquer, uma saída *b(t)* qualquer, e uma função de resposta a um impulso unitário *h(t)*. Um sistema é dito linear quando para duas entradas q_1 e q_2 e uma constante *d* valem as seguintes propriedades:

$$f(q_1 + q_2) = f(q_1) + f(q_2) \tag{B.3}$$

$$f(dq) = df(q) \tag{B.4}$$

As características de um sistema linear podem ser descritas como uma função $h(\tau)$ aplicada num tempo τ antes. Para uma entrada arbitrária *q(t)*, a resposta do sistema *b(t)* é dada por uma integral de convolução:

$$b(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t) q(\tau - t) dt \tag{B.5}$$

Aplicando-se a transformada de Fourier em ambos os lados de (B.5), teremos o produto:

$$B(\omega) = H(\omega) Q(\omega) \tag{B.6}$$

Uma vez conhecidos $B(\omega)$ e $Q(\omega)$, é possível determinar a resposta em freqüência a um impulso unitário do sistema e, posteriormente, a resposta no tempo tomando-se a transformada inversa de Fourier de $H(\omega)$. Uma vez caracterizada *h(t)*, podemos prever qual será a resposta do sistema para uma entrada qualquer.

Através da transformada de Fourier, é possível determinar o deslocamento de um sistema massa mola amortecedor em função do tempo com uma entrada forçada. A Figura B.3 ilustra de maneira esquemática o arranjo desse sistema:

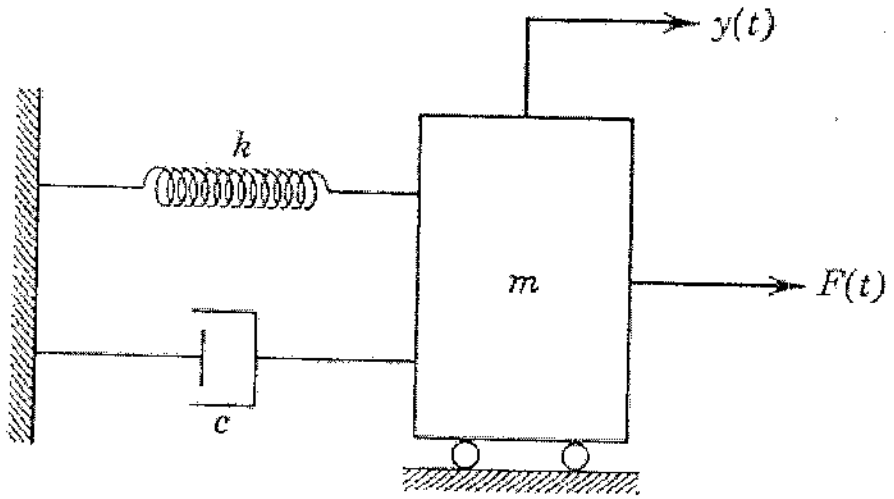

Figura B.3-Sistema massa, mola e amortecedor (fonte: Bendat, J. S. & Piersol, A. G,1971)

O balanço de forças desse sistema estabelece que:

$$F_k(t) + F_c(t) + F_m(t) + o(t) = 0 \tag{B.7}$$

na qual: $F_k(t)$ é a força na mola, $F_c(t)$ é a força de amortecimento, $F_m(t)$ é a força de inércia do sistema e $o(t)$ é a entrada forçada do sistema. Para cada tipo de entrada forçada ($h(t)$ ou $F_o sin(\omega t)$, por exemplo), tem-se um deslocamento característico $y(t)$ do sistema. Cada uma dessas forças pode ser dada por:

$$F_k(t) = -ky(t) \tag{B.8}$$

$$F_c(t) = -c\dot{y}(t) \tag{B.9}$$

$$F_m(t) = -m\ddot{y}(t) \tag{B.10}$$

$$\dot{y}(t) = \frac{dy(t)}{dt} = velocidade\ sistema \tag{B.11}$$

$$\ddot{y}(t) = \frac{dy(t)}{dt} = aceleração\ sistema \tag{B.12}$$

De (B.8) a (B.12) em (B.7), temos:

$$m\ddot{y}(t)+c\dot{y}(t)+ky(t)=K(t) \tag{B.13}$$

Das propriedades de transformadas de Fourier, podemos escrever para as derivadas:

$$\dot{Y}(\omega)=i\omega Y(\omega) \tag{B.14}$$

$$\ddot{Y}(\omega)=-\omega^2 Y(\omega) \tag{B.15}$$

Aplicando-se a transformada de Fourier em (B.13) e considerando os resultados de (B.14) e (B.15), podemos escrever:

$$Y(\omega)=\frac{O(\omega)}{-\omega^2 m+i\omega c+k} \tag{B.16}$$

na qual $O(\omega)$ é a transformada de Fourier da entrada forçada $o(t)$ do sistema. Tomando-se a transformada inversa de $Y(\omega)$, é possível determinar o deslocamento $y(t)$ do sistema. Existe uma analogia entre o sistema massa, mola e amortecedor e um circuito RLC (resistor, capacitor e indutor) ligados a uma fonte de tensão externa $e(t)$ que faz o papel da entrada forçada. Os parâmetros m, c e $1/k$ de (3.78) são substituídos pela indutância L, resistência R e pela capacitância C.

B.2) Sinais Estacionários e Não-Estacionários

Um sinal pode ser determinístico ou aleatório. Um sinal determinístico é aquele que pode ser representado por uma equação de $x(t)$. Um sinal aleatório não pode ser representado por uma equação matemática, pois cada observação do fenômeno será única. Cada histórico de dados do sinal constitui um exemplo de muitos que podem ter ocorrido na natureza. Cada histórico é chamado de amostra para um certo intervalo de tempo. O conjunto de amostras constitui um processo aleatório ou processo estocástico. Os processos aleatórios, por sua vez, podem ser divididos em estacionários e não estacionários. Um processo aleatório é dito não estacionário quando as suas propriedades (média e função de auto-correlação do sinal) variam com um determinado tempo t_1. A Figura B.4 mostra um exemplo de amostras que formam um processo aleatório:

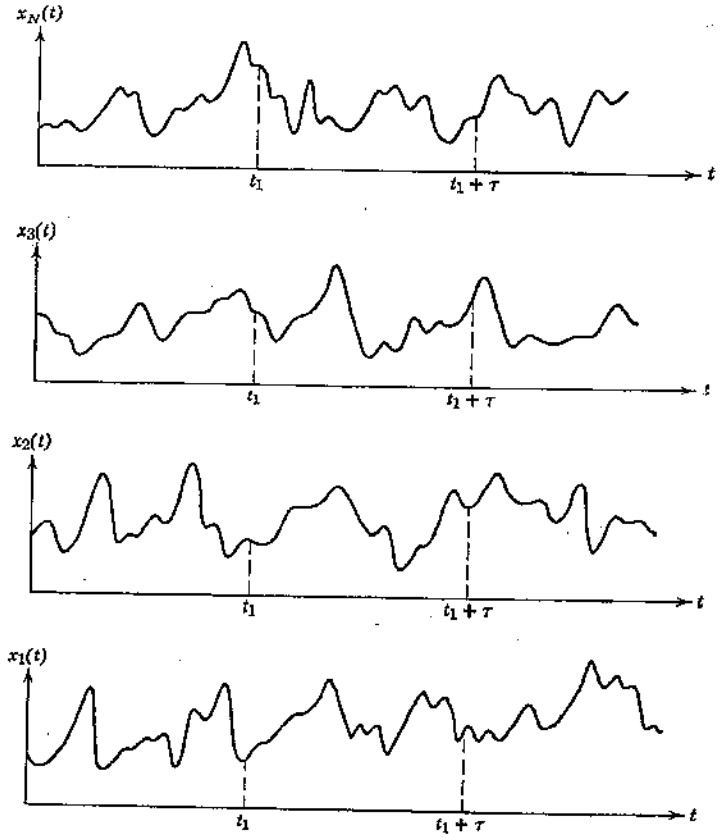

Figura B.4-Amostras de um sinal que formam processo aleatório (fonte: Bendat, J. S. & Piersol, A. G,1971)

O valor médio e a função de auto-correlação de um sinal são definidas por:

$$\mu_x(t_1) = l\ \underset{N\to\infty}{im}\ \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} x_n(t_1) \tag{B.17}$$

$$C_x(t_1, t_1+\tau) = l\ \underset{N\to\infty}{im}\ \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} x_n(t_1)x_n(t_1+\tau) \tag{B.18}$$

A maioria dos sinais na natureza são não estacionários. Dentre alguns exemplos, podemos citar: radar, sonar, sísmica, sinais eletrocardiográficos e a música. Imagens bidimensionais são também sinais não estacionários, pois as bordas, texturas e objetos são distribuídos em diferentes locais e orientações. Os sinais não estacionários são geralmente caracterizados por suas propriedades locais ao invés de suas propriedades globais.

B.3) Wavelets

A transformada de Wavelets é utilizada para análise local no domínio do tempo e da freqüência de sinais não estacionários e transientes de curta duração. Essa transformada é um mapeamento de um sinal numa representação escalonada do tempo. O aspecto temporal dos sinais é preservado. A transformada de Wavelets fornece uma análise com multiresolução numa janela dilatada. A análise de altas freqüências é realizada tomando-se janelas estreitas e as de baixa freqüência com janelas maiores.

A definição da transformada de Wavelets é dada por:

$$W_x(s,\tau) = \frac{1}{\sqrt{s}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\psi^*\left(\frac{t-\tau}{s}\right)dt \tag{B.19}$$

na qual $W_x(s,\tau)$ é a transformada de wavelets do sinal $x(t)$, s é o fator de escala, ψ^* é o complexo conjugado da ondoleta básica. O fator de escala s é positivo; se for maior que 1, teremos uma dilatação da ondoleta e uma contração da mesma quando $s < 1$. O parâmetro τ permite a translação no tempo das ondoletas.

As ondoletas (base da transformada de Wavelets) devem satisfazer a condição de que o sinal original pode ser reconstruído a partir da transformada inversa. Uma segunda condição é a condição de regularidade pela qual os coeficientes das ondoletas decrescem rapidamente com a diminuição do fator de escala.

Dentre as ondoletas existentes, podemos citar: ondoleta de Haar, Chapéu Mexicano e a ondoleta de Gabor. A ondoleta de Haar é dada por:

$$\psi(t) = \begin{cases} 1 \; quando \; 0 < t < 1/2 \\ -1 \; quando \; 1/2 < t < 1 \\ 0 \; caso \; contrário \end{cases} \tag{B.20}$$

A ondoleta de Haar pode ser escrita em termos da função retângulo:

$$\psi(t) = rect\left(2\left(t - \frac{1}{4}\right)\right) - rect\left(2\left(t - \frac{3}{4}\right)\right) \tag{B.21}$$

na qual a função retângulo é dada por:

$$rect(t) = \begin{cases} 1 \; quando \; -1/2 < t < 1/2 \\ 0 \; caso \; contrário \end{cases} \tag{B.22}$$

A ondoleta Chapéu Mexicano é definida por:

$$\psi(t) = (1 - t^2)\exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) \tag{B.23}$$

O gráfico dessa ondoleta é mostrado na Figura B.5 e justifica o nome dado:

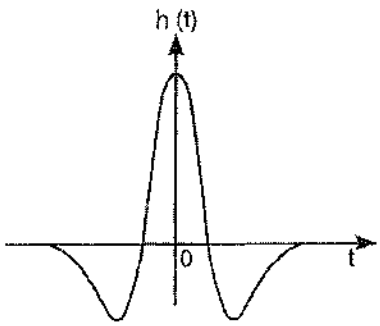

Figura B.5-Ondoleta chapéu mexicano (fonte: Poularikas, A.D, 1999)

A ondoleta de Gabor é definida como:

$$\psi(t) = \exp(i\omega_0 t)\exp\left(-\frac{(t-\tau)^2}{2}\right) \tag{B.24}$$

na qual ω_0 é um valor de freqüência tal que $\omega = l\omega_o$ e $\tau = \nu\tau_0$, com l e ν são números inteiros sendo $\omega_0\tau_0 = 2\pi$.

A transformada inversa de Wavelets é definida por:

$$x(t) = \frac{1}{\varepsilon_\psi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} W_x(s,\tau)\frac{1}{\sqrt{s}}\psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right)d\tau\frac{ds}{s^2} \tag{B.25}$$

Na qual ε_ψ é uma constante que é obtida por:

$$\varepsilon_\psi = \int_{-\infty}^{\infty} |\Psi(\omega)|^2 \frac{d\omega}{|\omega|} \tag{B.26}$$

Sendo $\Psi(\omega)$ é a transformada de Fourier da ondoleta básica $\psi(t)$.

A transformada de Wavelets pode ser utilizada numa análise com multiresolução para um simples sinal transiente. Sinais transientes numa planta de fornecimento de energia elétrica são não estacionários, tendo tensões e corrente da rede que variam com o tempo. Essas variações ocorrem devido a mudanças na configuração elétrica e nas demandas industriais e residências de energia, variedades de perturbações nas linhas de transmissão, queda de energia e curto-circuitos.

A análise e classificação dessas perturbações nessa planta podem contribuir num fornecimento de energia mais estável e eficiente através de um suprimento adicional de corrente elétrica nas linhas de transmissão ou através de carregamentos indutivos balanceados em bancos de capacitores, ambas as medidas visando a uma prevenção de falhas.

A transformada de Wavelets permite uma decomposição dos sinais transientes de uma planta de fornecimento de energia em múltiplas bandas de freqüência conforme mostrado na Figura B.6:

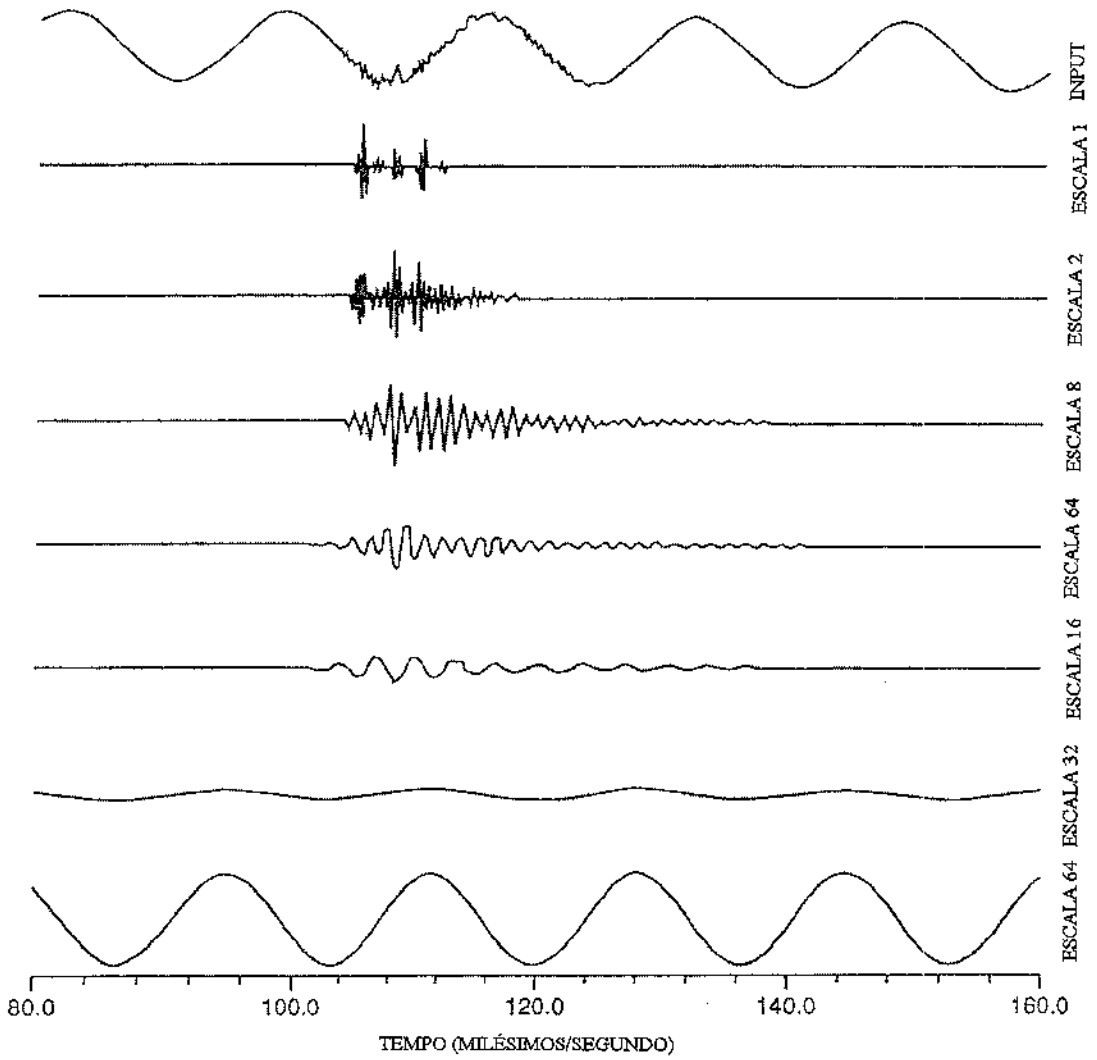

Figura B.6-Análise de Wavelets com multiresolução de um sinal transiente (fonte: Poularikas, A.D, 1999)

Na Figura B.6 é mostrada uma perturbação input de um banco de capacitores conectados a uma linha de transmissão trifásica. Nas linhas abaixo, são mostradas as componentes da Wavelets em função do fator de escala s e do tempo de atraso τ. O eixo vertical em cada escala é a magnitude normalizada da componente do sinal em Volts.

Na escala 1 estão representados três pulsos em alta freqüência. A escala 2 e 4 são bandas de resposta em freqüência do sistema. A escala 4 contém a maior parte da energia da freqüência de ressonância causada pela adição de um banco de capacitores ao sistema indutivo original. A escala 64 contém a base do sinal numa freqüência de 60 Hz.

Uma segunda aplicação da transformada de Wavelets é a detecção de sinais de baixa energia. O espectro de Fourier pode ser efetivo para aplicações no qual o sinal tem características espectrais que claramente o distingue de um ruído. Essa efetividade da análise de Fourier é geralmente proporcional à energia do sinal em relação à energia do ruído. Para fenômenos de curta duração, transientes de baixa energia, a mudança no espectro de Fourier não é detectada facilmente. Um exemplo disso são os sinais de um eletrocardiograma. As Figuras B.7 e B.8 ilustram esse fato:

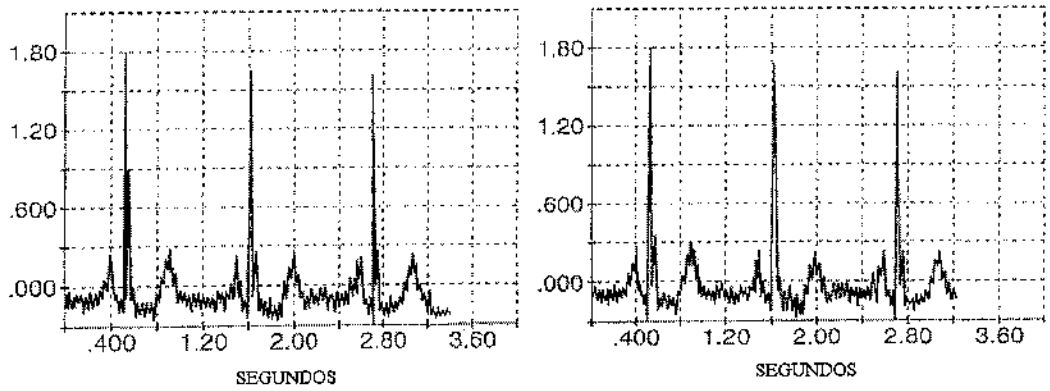

Figura B.7-Sinal de eletrocardiograma normal (à esquerda) e problemático (à direita) (fonte: Poularikas, A.D, 1999)

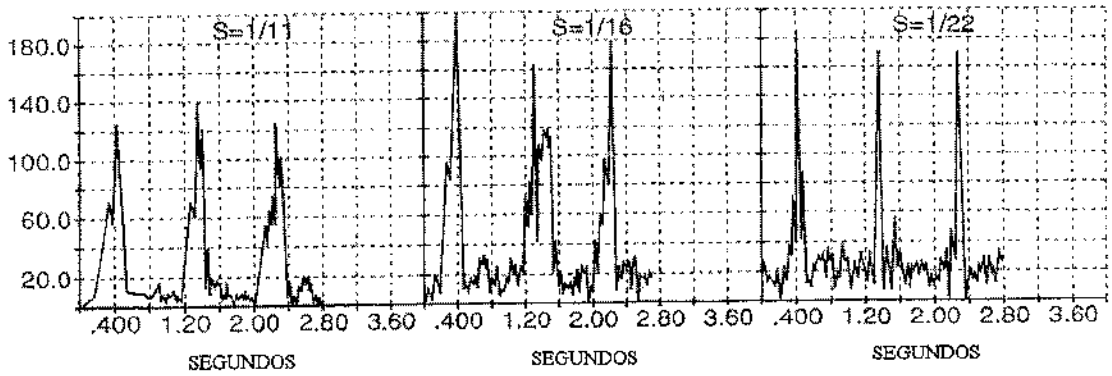

Figura B.8-Detecção de problema em eletrocardiograma pela transformada de Wavelets (fonte: Poularikas, A.D, 1999)

Na Figura B.7 são mostrados os dois sinais de um eletrocardiograma. Através da transformada de Wavelets do sinal à direita, foi possível a detecção de uma anormalidade num

paciente. Essa anormalidade pode ser notada por um terceiro pico adjacente ao segundo na Figura B.8 :

B.4) Fourier de Curto Tempo (TFCT)

A transformada de Fourier é largamente utilizada quando o sinal é periódico, não sendo satisfatória para análise de sinais cujos espectros variam com o tempo. As bases de Fourier são de duração infinita no domínio do tempo. Um sinal pode ser reconstruído a partir dos componentes de Fourier que são o produto da base de Fourier com duração infinita multiplicada pelos correspondentes coeficientes de Fourier do sinal. Num sinal de duração finita, os componentes de Fourier do sinal, são nulos fora desse intervalo de duração e, portanto, devem se cancelar na soma entre eles mesmos. Um pequeno pulso que é local no domínio do tempo, não é local no domínio da freqüência, sendo que seus coeficientes de Fourier decaem lentamente com a freqüência. A reconstrução de um pulso a partir dos componentes de Fourier depende fortemente do cancelamento dos componentes de Fourier de alta freqüência e, portanto, sensível a ruído de alta freqüência.

Alguns aspectos do sinal, como início e fim de um sinal finito e o instante de aparecimento de uma singularidade num sinal transiente, não são preservados no espectro de Fourier. A transformada de Fourier não fornece qualquer informação sobre a evolução das características espectrais do sinal no tempo.

As transformadas de Fourier de curto tempo e a transformada de Wigner-Ville são usualmente utilizadas para cobrir "essa lacuna" da análise de Fourier. Através dessa transformada, um sinal não estacionário é dividido numa seqüência de segmentos temporais nos quais o sinal pode ser considerado quase estacionário. Desse modo, a transformada de Fourier é aplicada a cada segmento temporal local. A transformada de Fourier de curto tempo está associada com uma janela de comprimento fixo, sendo definida por:

$$S_x(\omega,\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\, rect(\tau - t)\, exp(-i\omega t)\, dt \qquad \text{(B.27)}$$

na qual S_x é a transformada de Fourier de curto tempo do sinal x.

A transformada inversa de TFCT pode ser calculada por:

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} S_x(\omega,\tau) rect(\tau - t) exp(i\omega t) d\omega d\tau \tag{B.28}$$

B.5) Wigner-Ville

A transformada de Wigner-Ville é uma alternativa a transformada de Fourier curto-tempo para sinais não estacionários e transientes. Essa transformada é definida por:

$$\Phi_x(\tau,\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x\left(\tau + \frac{t}{2}\right) x^*\left(\tau - \frac{t}{2}\right) exp(-i\omega t) dt \tag{B.29}$$

na qual Φ_x é a transformada de Wigner-Ville, $x^*\left(\tau - \frac{t}{2}\right)$ é o conjugado da função *x(t/2)* dilatada.

Essa transformada é a transformada de Fourier do produto de duas funções dilatadas: *f(t/2)* e sua conjugada *f(-t/2)*. A inversa dessa transformada pode ser calculada tomando-se a transformada inversa de Fourier:

$$x(t_1)x^*(t_2) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_x\left(\frac{t_1 + t_2}{2}, \omega\right) exp[i(t_1 - t_2)\omega] d\omega \tag{B.30}$$

na qual $t_1=\tau+t/2$ e $t_2=\tau-t/2$.

C-Análise de Incertezas

A incerteza sobre a velocidade do ultra-som num meio pode ser calculada por:

$$\Delta V = \left[\left(\frac{\partial V}{\partial \lambda} \right)^2 (\Delta \lambda)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial t} \right)^2 (\Delta t)^2 \right]^{1/2} \tag{C.1}$$

na qual $\left(\frac{\partial V}{\partial \lambda} \right)$ e $\left(\frac{\partial V}{\partial t} \right)$ são as derivadas parciais da velocidade do ultra-som em relação á espessura λ e ao tempo de trânsito t do ultra-som, respectivamente; $\Delta\lambda$ e Δt são as incertezas da espessura λ e o tempo de trânsito t, respectivamente.

Para o alumínio, a incerteza da espessura λ deve ser calculada levando-se o ângulo de espalhamento do feixe do ultra-som ao sair do transdutor piezoelétrico conforme ilustrado na Figura C.1:

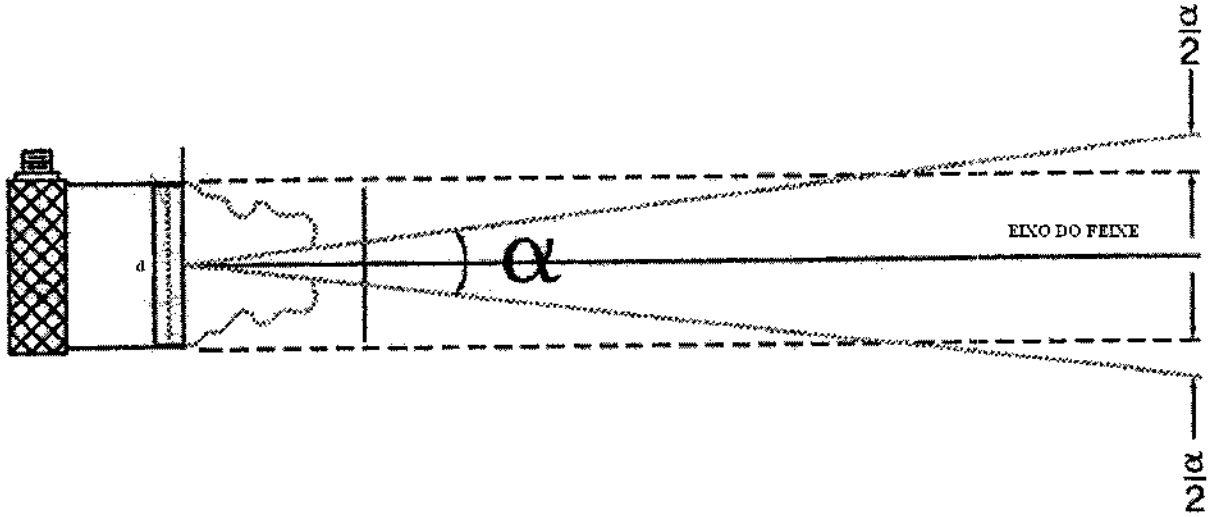

Figura C.1-Ângulo de espalhamento do feixe de ultra-som

Na Figura C.1, α é o ângulo de espalhamento do feixe e d é o diâmetro do transdutor em polegadas. Segundo o fabricante do transdutor, o ângulo de espalhamento do feixe pode ser calculado por:

$$\alpha_{al} = 2 \arcsin \left(\frac{0.514 V_{al}}{\varsigma_{tr}\, d} \right) \tag{C.2}$$

na qual ς_{tr} é a freqüência do transdutor (5 MHz), d o diâmetro do transdutor. O diâmetro do transdutor é de ¾ polegadas.

Para cada valor de velocidade foi calculado um ângulo de espalhamento. Para o alumínio, a incerteza $\Delta\lambda$ foi calculada projetando-se o valor da incerteza da escala em cm junto à parede do copo em cada direção de α calculado, isto é:

$$\Delta\lambda_{al} = \frac{0.05}{cos\left(\frac{\alpha_{al}}{2}\right)} \tag{C.3}$$

A incerteza sobre o tempo de trânsito pode ser calculada por:

$$\Delta t_{al} = \left[\left(\frac{\partial t_{al}}{\partial t_{total\,1}}\right)^2 (\Delta t_{total\,1})^2 + \left(\frac{\partial t_{al}}{\partial t_{total\,2}}\right)^2 (\Delta t_{total\,2})^2\right]^{1/2} \tag{C.4}$$

na qual $t_{total\,1}$ e $t_{total\,2}$ são dois tempos de picos de amplitude instantâneas consecutivos mostrados no envelope do sinal. As incertezas $\Delta t_{total\,1}$ e $\Delta t_{total\,2}$ são o inverso da freqüência de aquisição da placa osciloscópio. Vale lembrar que, neste caso, $t_{al} = t_{total\,1} - t_{total\,2}$. Desenvolvendo (C.4), podemos deduzir:

$$\Delta t_{al} = \frac{\sqrt{2}}{\varsigma_{aquis.}} \tag{C.5}$$

A freqüência de aquisição é de 100 MHz. Para a água colocada no copo, devemos levar em considerar a refração do feixe de ultra-som ao atingir a interface alumínio-água. Aplicando-se a lei de Snell, podemos calcular o ângulo que o ultra-som transmitido, levando-se em conta o ângulo de espalhamento α:

$$\beta = arcsin\left(\frac{V_{aq}\, sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{V_{al}}\right) \tag{C.6}$$

na qual β é o ângulo transmitido do ultra-som.

A incerteza sobre a espessura da água $\Delta\lambda_{aq}$ pode então ser calculada utilizando (C.3), sendo que ao invés de $\alpha/2$, o ângulo será $\beta/2$. Já a incerteza sobre o tempo de trânsito na água pode ser calculada levando-se em consideração a equação (4.4):

$$\Delta t_{aq} = \left[\left(\frac{\partial t_{aq}}{\partial t_{total}}\right)^2 (\Delta t_{total})^2 + \left(\frac{\partial t_{aq}}{\partial t_{al}}\right)^2 (\Delta t_{al})^2\right]^{1/2} \tag{C.7}$$

Desenvolvendo-se (C.7), podemos deduzir:

$$\Delta t_{al} = \frac{\sqrt{3}}{\varsigma_{aquis.}} \tag{C.8}$$

De maneira análoga, as equações (C.6) a (C.8) podem ser aplicadas para o óleo.

D-Resultados Experimentais Obtidos

D.1) Escoamento Ar-Água (NETeF-EESC-USP)

A Tabela D.1ilustra o tratamento estatístico da velocidade do ultra-som na água:

Tabela D.1- Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som na água para escoamento ar-água

Medida (m/s)	*Desvio*	*Desvio Absoluto*	*Desvio relativo*	*Desvio Absoluto* ^{2}	*Desvio Absoluto* ^{2}
1493.72	-0.008	0.008	0.0005%	5.96E-05	5.96E-05
1493.72	-0.001	0.001	0.0000%	5.14E-07	5.14E-07
1493.62	-0.104	0.104	0.0069%	1.08E-02	1.08E-02
1493.71	-0.016	0.016	0.0011%	2.47E-04	2.47E-04
1493.80	0.074	0.074	0.0050%	5.52E-03	5.52E-03
1493.71	-0.016	0.016	0.0011%	2.47E-04	2.47E-04
1493.75	0.023	0.023	0.0016%	5.42E-04	5.42E-04
1493.65	-0.079	0.079	0.0053%	6.20E-03	6.20E-03
1493.68	-0.049	0.049	0.0033%	2.37E-03	2.37E-03
1493.65	-0.075	0.075	0.0050%	5.58E-03	5.58E-03
1493.66	-0.069	0.069	0.0046%	4.72E-03	4.72E-03
1493.82	0.091	0.091	0.0061%	8.33E-03	8.33E-03
1493.89	0.160	0.160	0.0107%	2.57E-02	2.57E-02
1493.70	-0.025	0.025	0.0017%	6.11E-04	6.11E-04
1493.77	0.042	0.042	0.0028%	1.79E-03	1.79E-03
1493.70	-0.029	0.029	0.0019%	8.25E-04	8.25E-04
1493.70	-0.030	0.030	0.0020%	8.83E-04	8.83E-04
1493.81	0.082	0.082	0.0055%	6.77E-03	6.77E-03
1493.79	0.064	0.064	0.0043%	4.13E-03	4.13E-03
1493.61	-0.118	0.118	0.0079%	1.39E-02	1.39E-02
1493.84	0.111	0.111	0.0074%	1.24E-02	1.24E-02
1493.84	0.116	0.116	0.0078%	1.35E-02	1.35E-02
1493.66	-0.065	0.065	0.0043%	4.19E-03	4.19E-03
1493.74	0.011	0.011	0.0008%	1.27E-04	1.27E-04
1493.59	-0.133	0.133	0.0089%	1.76E-02	1.76E-02
1493.86	0.135	0.135	0.0091%	1.83E-02	1.83E-02
1493.83	0.109	0.109	0.0073%	1.19E-02	1.19E-02
1493.80	0.078	0.078	0.0052%	6.13E-03	6.13E-03
1493.55	-0.172	0.172	0.0115%	2.95E-02	2.95E-02
1493.67	-0.056	0.056	0.0037%	3.10E-03	3.10E-03

1493.90	0.172	0.172	0.0115%	2.97E-02	2.97E-02
1493.73	0.006	0.006	0.0004%	3.95E-05	3.95E-05
1493.76	0.035	0.035	0.0024%	1.24E-03	1.24E-03
1493.91	0.181	0.181	0.0121%	3.29E-02	3.29E-02
1493.80	0.073	0.073	0.0049%	5.37E-03	5.37E-03
1493.64	-0.090	0.090	0.0060%	8.05E-03	8.05E-03
1493.60	-0.121	0.121	0.0081%	1.46E-02	1.46E-02
1493.80	0.073	0.073	0.0049%	5.37E-03	5.37E-03
1493.70	-0.029	0.029	0.0019%	8.25E-04	8.25E-04
1493.97	0.240	0.240	0.0161%	5.77E-02	5.77E-02
1493.53	-0.191	0.191	0.0128%	3.64E-02	3.64E-02
1493.65	-0.072	0.072	0.0048%	5.14E-03	5.14E-03
1493.71	-0.017	0.017	0.0011%	2.79E-04	2.79E-04
1493.76	0.031	0.031	0.0021%	9.79E-04	9.79E-04
1493.60	-0.126	0.126	0.0084%	1.58E-02	1.58E-02
1493.68	-0.044	0.044	0.0029%	1.91E-03	1.91E-03
1493.82	0.093	0.093	0.0062%	8.70E-03	8.70E-03
1493.80	0.075	0.075	0.0050%	5.67E-03	5.67E-03
1493.59	-0.135	0.135	0.0090%	1.81E-02	1.81E-02
1493.82	0.093	0.093	0.0062%	8.70E-03	8.70E-03
1493.79	0.060	0.060	0.0040%	3.63E-03	3.63E-03
1493.67	-0.059	0.059	0.0039%	3.45E-03	3.45E-03
1493.68	-0.047	0.047	0.0031%	2.18E-03	2.18E-03
1493.73	0.008	0.008	0.0006%	6.86E-05	6.86E-05
1493.80	0.072	0.072	0.0048%	5.22E-03	5.22E-03
1493.69	-0.033	0.033	0.0022%	1.07E-03	1.07E-03
1493.71	-0.015	0.015	0.0010%	2.17E-04	2.17E-04
1493.80	0.072	0.072	0.0048%	5.22E-03	5.22E-03
1493.81	0.084	0.084	0.0056%	7.10E-03	7.10E-03
1493.65	-0.071	0.071	0.0047%	5.00E-03	5.00E-03
1493.76	0.039	0.039	0.0026%	1.54E-03	1.54E-03
1493.67	-0.052	0.052	0.0035%	2.67E-03	2.67E-03
1493.79	0.060	0.060	0.0040%	3.63E-03	3.63E-03
1493.56	-0.168	0.168	0.0112%	2.81E-02	2.81E-02
1493.63	-0.096	0.096	0.0064%	9.16E-03	9.16E-03
1493.72	-0.005	0.005	0.0003%	2.23E-05	2.23E-05
1493.64	-0.085	0.085	0.0057%	7.18E-03	7.18E-03
1493.84	0.111	0.111	0.0074%	1.24E-02	1.24E-02
1493.66	-0.066	0.066	0.0044%	4.32E-03	4.32E-03
1493.80	0.074	0.074	0.0050%	5.52E-03	5.52E-03
1493.79	0.067	0.067	0.0045%	4.53E-03	4.53E-03
1493.75	0.026	0.026	0.0018%	6.91E-04	6.91E-04

	1493.77	0.042	0.042	0.0028%	1.79E-03	1.79E-03
	1493.60	-0.128	0.128	0.0086%	1.63E-02	1.63E-02
	1493.52	-0.210	0.210	0.0140%	4.40E-02	4.40E-02
	1493.83	0.103	0.103	0.0069%	1.07E-02	1.07E-02
	1493.82	0.096	0.096	0.0064%	9.27E-03	9.27E-03
	1493.94	0.213	0.213	0.0143%	4.55E-02	4.55E-02
	1493.58	-0.149	0.149	0.0100%	2.21E-02	2.21E-02
	1493.70	-0.022	0.022	0.0015%	4.72E-04	4.72E-04
	1493.58	-0.149	0.149	0.0100%	2.21E-02	2.21E-02
	1493.75	0.026	0.026	0.0018%	6.91E-04	6.91E-04
	1493.87	0.142	0.142	0.0095%	2.02E-02	2.02E-02
	1493.66	-0.064	0.064	0.0043%	4.06E-03	4.06E-03
	1493.70	-0.030	0.030	0.0020%	8.83E-04	8.83E-04
	1493.81	0.085	0.085	0.0057%	7.27E-03	7.27E-03
	1493.66	-0.065	0.065	0.0043%	4.19E-03	4.19E-03
	1493.67	-0.055	0.055	0.0037%	2.99E-03	2.99E-03
	1493.68	-0.045	0.045	0.0030%	2.00E-03	2.00E-03
	1493.73	0.003	0.003	0.0002%	1.08E-05	1.08E-05
	1493.71	-0.017	0.017	0.0011%	2.79E-04	2.79E-04
	1493.61	-0.119	0.119	0.0079%	1.41E-02	1.41E-02
	1493.81	0.082	0.082	0.0055%	6.77E-03	6.77E-03
	1493.66	-0.064	0.064	0.0043%	4.06E-03	4.06E-03
	1493.71	-0.020	0.020	0.0013%	3.89E-04	3.89E-04
	1493.80	0.075	0.075	0.0050%	5.67E-03	5.67E-03
	1493.69	-0.035	0.035	0.0023%	1.21E-03	1.21E-03
	1493.84	0.110	0.110	0.0074%	1.22E-02	1.22E-02
	1493.62	-0.107	0.107	0.0071%	1.14E-02	1.14E-02
Total	147878.75	6.55E-11	7.66	0.01	0.86	0.86
Média	1493.72	6.61E-13	0.08	5.18E-05	0.01	0.01
					Desvio padrão	0.094

D.2) Testes no Copo Cilíndrico (FEM-UNICAMP)

A Tabela D.2 ilustra o tratamento estatístico da velocidade do ultra-som alumínio:.

Tabela D.2- Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som alumínio

Medida	*Desvio*	*Desvio absoluto*	*Desvio relativo*	*Desvio absoluto* ^{2}	*Desvio absoluto* ^{2}
6396.43	-0.76	0.76	0.00	0.57	0.57
6396.95	-0.23	0.23	0.00	0.05	0.05
6397.81	0.63	0.63	0.00	0.40	0.40
6398.14	0.95	0.95	0.00	0.91	0.91
6398.03	0.85	0.85	0.00	0.72	0.72
6396.33	-0.86	0.86	0.00	0.73	0.73
6397.94	0.76	0.76	0.00	0.57	0.57
6396.46	-0.72	0.72	0.00	0.52	0.52
6397.34	0.15	0.15	0.00	0.02	0.02
6396.62	-0.57	0.57	0.00	0.32	0.32
6397.79	0.61	0.61	0.00	0.37	0.37
6396.56	-0.63	0.63	0.00	0.39	0.39
6396.63	-0.56	0.56	0.00	0.31	0.31
6397.23	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00
6396.86	-0.32	0.32	0.00	0.10	0.10
6396.31	-0.88	0.88	0.00	0.77	0.77
6396.87	-0.31	0.31	0.00	0.10	0.10
6397.25	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00
6397.90	0.72	0.72	0.00	0.52	0.52
6397.40	0.22	0.22	0.00	0.05	0.05
6397.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6396.46	-0.73	0.73	0.00	0.53	0.53
6396.17	-1.02	1.02	0.00	1.03	1.03
6397.83	0.65	0.65	0.00	0.42	0.42
6396.90	-0.28	0.28	0.00	0.08	0.08
6397.25	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00
6396.42	-0.77	0.77	0.00	0.59	0.59
6396.75	-0.43	0.43	0.00	0.19	0.19
6396.55	-0.64	0.64	0.00	0.41	0.41
6397.69	0.51	0.51	0.00	0.26	0.26
6397.51	0.33	0.33	0.00	0.11	0.11
6397.65	0.47	0.47	0.00	0.22	0.22
6397.04	-0.14	0.14	0.00	0.02	0.02
6397.74	0.55	0.55	0.00	0.30	0.30
6398.34	1.15	1.15	0.00	1.33	1.33
6397.44	0.25	0.25	0.00	0.06	0.06
6396.29	-0.90	0.90	0.00	0.80	0.80

	6396.62	-0.56	0.56	0.00	0.31	0.31
	6397.50	0.32	0.32	0.00	0.10	0.10
	6397.05	-0.13	0.13	0.00	0.02	0.02
	6396.75	-0.44	0.44	0.00	0.19	0.19
	6397.67	0.48	0.48	0.00	0.23	0.23
	6397.11	-0.08	0.08	0.00	0.01	0.01
	6398.27	1.08	1.08	0.00	1.18	1.18
	6398.26	1.07	1.07	0.00	1.16	1.16
Total	2.879E+05	0.00	23.87	0.00	16.98	16.98
Média	6397.18	0.00	0.53	0.00	0.38	0.39
					Desvio padrão	0.62

Na Tabela D.3 são mostrados os resultados encontrados para o cálculo de incertezas na velocidade do ultra-som no alumínio:

Tabela D.3- Cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som alumínio

t_{al} (s)	V_{al} (m/s)	$\frac{\partial V_{al}}{\partial \lambda}$	$\frac{\partial V_{al}}{\partial t_{al}}$	$\alpha°$	$\Delta\lambda$	ΔV_{al}	$\frac{\Delta V_{al}}{V_{al}}$
6.2535E-06	6396.43	3.1982E+05	-1.0229E+09	3.96	0.0005	160.65	2.51%
6.2530E-06	6396.95	3.1985E+05	-1.0230E+09	3.96	0.0005	160.66	2.51%
6.2521E-06	6397.81	3.1989E+05	-1.0233E+09	3.96	0.0005	160.68	2.51%
6.2518E-06	6398.14	3.1991E+05	-1.0234E+09	3.96	0.0005	160.69	2.51%
6.2519E-06	6398.03	3.1990E+05	-1.0234E+09	3.96	0.0005	160.69	2.51%
6.2536E-06	6396.33	3.1982E+05	-1.0228E+09	3.96	0.0005	160.64	2.51%
6.2520E-06	6397.94	3.1990E+05	-1.0233E+09	3.96	0.0005	160.68	2.51%
6.2535E-06	6396.46	3.1982E+05	-1.0229E+09	3.96	0.0005	160.65	2.51%
6.2526E-06	6397.34	3.1987E+05	-1.0231E+09	3.96	0.0005	160.67	2.51%
6.2533E-06	6396.62	3.1983E+05	-1.0229E+09	3.96	0.0005	160.65	2.51%
6.2522E-06	6397.79	3.1989E+05	-1.0233E+09	3.96	0.0005	160.68	2.51%
6.2534E-06	6396.56	3.1983E+05	-1.0229E+09	3.96	0.0005	160.65	2.51%
6.2533E-06	6396.63	3.1983E+05	-1.0229E+09	3.96	0.0005	160.65	2.51%
6.2527E-06	6397.23	3.1986E+05	-1.0231E+09	3.96	0.0005	160.67	2.51%
6.2531E-06	6396.86	3.1984E+05	-1.0230E+09	3.96	0.0005	160.66	2.51%
6.2536E-06	6396.31	3.1982E+05	-1.0228E+09	3.96	0.0005	160.64	2.51%
6.2531E-06	6396.87	3.1984E+05	-1.0230E+09	3.96	0.0005	160.66	2.51%
6.2527E-06	6397.25	3.1986E+05	-1.0231E+09	3.96	0.0005	160.67	2.51%
6.2520E-06	6397.90	3.1990E+05	-1.0233E+09	3.96	0.0005	160.68	2.51%

6.2525E-06	6397.40	3.1987E+05	-1.0232E+09	3.96	0.0005	160.67	2.51%
6.2528E-06	6397.18	3.1986E+05	-1.0231E+09	3.96	0.0005	160.66	2.51%
6.2535E-06	6396.46	3.1982E+05	-1.0229E+09	3.96	0.0005	160.65	2.51%
6.2537E-06	6396.17	3.1981E+05	-1.0228E+09	3.96	0.0005	160.64	2.51%
6.2521E-06	6397.83	3.1989E+05	-1.0233E+09	3.96	0.0005	160.68	2.51%
6.2530E-06	6396.90	3.1985E+05	-1.0230E+09	3.96	0.0005	160.66	2.51%
6.2527E-06	6397.25	3.1986E+05	-1.0231E+09	3.96	0.0005	160.67	2.51%
6.2535E-06	6396.42	3.1982E+05	-1.0229E+09	3.96	0.0005	160.65	2.51%
6.2532E-06	6396.75	3.1984E+05	-1.0230E+09	3.96	0.0005	160.65	2.51%
6.2534E-06	6396.55	3.1983E+05	-1.0229E+09	3.96	0.0005	160.65	2.51%
6.2523E-06	6397.69	3.1988E+05	-1.0233E+09	3.96	0.0005	160.68	2.51%
6.2524E-06	6397.51	3.1988E+05	-1.0232E+09	3.96	0.0005	160.67	2.51%
6.2523E-06	6397.65	3.1988E+05	-1.0232E+09	3.96	0.0005	160.68	2.51%
6.2529E-06	6397.04	3.1985E+05	-1.0231E+09	3.96	0.0005	160.66	2.51%
6.2522E-06	6397.74	3.1989E+05	-1.0233E+09	3.96	0.0005	160.68	2.51%
6.2516E-06	6398.34	3.1992E+05	-1.0235E+09	3.96	0.0005	160.69	2.51%
6.2525E-06	6397.44	3.1987E+05	-1.0232E+09	3.96	0.0005	160.67	2.51%
6.2536E-06	6396.29	3.1981E+05	-1.0228E+09	3.96	0.0005	160.64	2.51%
6.2533E-06	6396.62	3.1983E+05	-1.0229E+09	3.96	0.0005	160.65	2.51%
6.2524E-06	6397.50	3.1988E+05	-1.0232E+09	3.96	0.0005	160.67	2.51%
6.2529E-06	6397.05	3.1985E+05	-1.0231E+09	3.96	0.0005	160.66	2.51%
6.2532E-06	6396.75	3.1984E+05	-1.0230E+09	3.96	0.0005	160.65	2.51%
6.2523E-06	6397.67	3.1988E+05	-1.0233E+09	3.96	0.0005	160.68	2.51%
6.2528E-06	6397.11	3.1986E+05	-1.0231E+09	3.96	0.0005	160.66	2.51%
6.2517E-06	6398.27	3.1991E+05	-1.0234E+09	3.96	0.0005	160.69	2.51%
6.2517E-06	6398.26	3.1991E+05	-1.0234E+09	3.96	0.0005	160.69	2.51%

Nas Tabelas D.4 e D.5 são mostrados o tratamento estatístico e cálculo de incertezas dos valores de velocidade do ultra-som na água, respectivamente:

Tabela D.4-Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som na água

Medida	*Desvio*	*Desvio absoluto*	*Desvio relativo*	*Desvio absoluto*^{2}	*Desvio absoluto*^{2}
1443.15	1.41	1.41	0.10%	1.99	1.99
1441.14	-0.61	0.61	0.04%	0.37	0.37
1441.07	-0.67	0.67	0.05%	0.45	0.45
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.11	-0.63	0.63	0.04%	0.40	0.40
1441.12	-0.62	0.62	0.04%	0.39	0.39
1443.15	1.41	1.41	0.10%	1.99	1.99
1441.15	-0.60	0.60	0.04%	0.35	0.35
1441.08	-0.66	0.66	0.05%	0.43	0.43
1441.16	-0.58	0.58	0.04%	0.33	0.33
1441.14	-0.60	0.60	0.04%	0.36	0.36
1441.10	-0.64	0.64	0.04%	0.41	0.41
1443.13	1.38	1.38	0.10%	1.92	1.92
1441.15	-0.59	0.59	0.04%	0.35	0.35
1441.14	-0.61	0.61	0.04%	0.37	0.37
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.38	0.38
1441.12	-0.63	0.63	0.04%	0.39	0.39
1441.16	-0.58	0.58	0.04%	0.34	0.34
1441.17	-0.57	0.57	0.04%	0.33	0.33
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.02	2.02
1441.10	-0.64	0.64	0.04%	0.42	0.42
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.95	1.95
1441.12	-0.62	0.62	0.04%	0.38	0.38
1441.12	-0.62	0.62	0.04%	0.38	0.38
1441.10	-0.64	0.64	0.04%	0.41	0.41
1443.09	1.35	1.35	0.09%	1.82	1.82
1443.18	1.43	1.43	0.10%	2.05	2.05
1441.21	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.12	-0.62	0.62	0.04%	0.39	0.39
1441.18	-0.57	0.57	0.04%	0.32	0.32
1443.08	1.34	1.34	0.09%	1.79	1.79
1441.12	-0.62	0.62	0.04%	0.38	0.38
1441.08	-0.66	0.66	0.05%	0.43	0.43
1441.14	-0.60	0.60	0.04%	0.36	0.36
1443.13	1.39	1.39	0.10%	1.92	1.92
1441.12	-0.62	0.62	0.04%	0.39	0.39
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.38	0.38
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.37	0.37
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.37	0.37

1443.13	1.39	1.39	0.10%	1.93	1.93
1443.12	1.38	1.38	0.10%	1.90	1.90
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.38	0.38
1441.11	-0.63	0.63	0.04%	0.39	0.39
1441.25	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1441.12	-0.62	0.62	0.04%	0.38	0.38
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.14	-0.60	0.60	0.04%	0.36	0.36
1441.16	-0.59	0.59	0.04%	0.34	0.34
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.04	2.04
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.03	2.03
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.23	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.11	-0.64	0.64	0.04%	0.41	0.41
1441.16	-0.58	0.58	0.04%	0.34	0.34
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.03	2.03
1441.09	-0.65	0.65	0.05%	0.42	0.42
1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.13	-0.62	0.62	0.04%	0.38	0.38
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.16	-0.58	0.58	0.04%	0.34	0.34
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1441.12	-0.62	0.62	0.04%	0.38	0.38
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.18	-0.57	0.57	0.04%	0.32	0.32
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1441.14	-0.60	0.60	0.04%	0.36	0.36
1441.18	-0.57	0.57	0.04%	0.32	0.32
1443.16	1.41	1.41	0.10%	2.00	2.00
1441.11	-0.63	0.63	0.04%	0.40	0.40
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.38	0.38
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.37	0.37
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1441.10	-0.64	0.64	0.04%	0.41	0.41
1441.19	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31

1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.22	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1443.11	1.37	1.37	0.09%	1.87	1.87
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.37	0.37
1443.12	1.38	1.38	0.10%	1.91	1.91
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1443.11	1.36	1.36	0.09%	1.86	1.86
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.01	2.01
1441.17	-0.57	0.57	0.04%	0.33	0.33
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.32	0.32
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1443.12	1.37	1.37	0.10%	1.89	1.89
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.01	2.01
1443.11	1.37	1.37	0.10%	1.88	1.88
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.32	0.32
1443.19	1.44	1.44	0.10%	2.09	2.09
1443.23	1.49	1.49	0.10%	2.22	2.22
1443.09	1.35	1.35	0.09%	1.82	1.82
1441.01	-0.73	0.73	0.05%	0.53	0.53
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.37	0.37
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1441.11	-0.64	0.64	0.04%	0.40	0.40
1441.17	-0.57	0.57	0.04%	0.33	0.33
1441.31	-0.43	0.43	0.03%	0.19	0.19
1441.11	-0.64	0.64	0.04%	0.40	0.40
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.38	0.38
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1443.18	1.44	1.44	0.10%	2.08	2.08
1443.10	1.36	1.36	0.09%	1.84	1.84
1441.12	-0.63	0.63	0.04%	0.39	0.39
1443.11	1.37	1.37	0.10%	1.88	1.88
1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27

1443.13	1.39	1.39	0.10%	1.93	1.93
1443.09	1.34	1.34	0.09%	1.81	1.81
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1443.08	1.34	1.34	0.09%	1.80	1.80
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.03	2.03
1441.14	-0.60	0.60	0.04%	0.36	0.36
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1443.15	1.41	1.41	0.10%	1.98	1.98
1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1443.16	1.41	1.41	0.10%	2.00	2.00
1443.13	1.39	1.39	0.10%	1.92	1.92
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.29	0.29
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1443.11	1.37	1.37	0.09%	1.88	1.88
1441.27	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.21	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.00	2.00
1441.27	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.27	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1441.26	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.20	0.20
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.23	0.23
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.01	2.01
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26

1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.02	2.02
1441.21	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.29	0.29
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1443.12	1.38	1.38	0.10%	1.90	1.90
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1443.13	1.39	1.39	0.10%	1.92	1.92
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.29	0.29
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.22	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1443.13	1.38	1.38	0.10%	1.92	1.92
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1443.13	1.38	1.38	0.10%	1.92	1.92
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.26	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.01	2.01
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.28	0.28

1441.24	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1441.22	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1443.14	1.39	1.39	0.10%	1.94	1.94
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.04	2.04
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.28	0.28
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.01	2.01
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.05	2.05
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.02	2.02
1443.15	1.41	1.41	0.10%	1.99	1.99
1441.28	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1443.18	1.44	1.44	0.10%	2.06	2.06
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.32	-0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
1441.24	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.95	1.95
1441.28	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.26	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.05	2.05
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.22	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1443.15	1.40	1.40	0.10%	1.97	1.97
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.31	-0.43	0.43	0.03%	0.19	0.19
1441.30	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.21	0.21
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27

1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.22	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.22	0.22
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.97	1.97
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.95	1.95
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.05	2.05
1443.14	1.39	1.39	0.10%	1.94	1.94
1441.29	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1443.24	1.49	1.49	0.10%	2.23	2.23
1441.27	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.02	2.02
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.26	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1443.23	1.49	1.49	0.10%	2.22	2.22
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.24	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1441.23	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.31	-0.43	0.43	0.03%	0.19	0.19
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.05	2.05
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.23	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1443.13	1.38	1.38	0.10%	1.92	1.92
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1443.13	1.39	1.39	0.10%	1.94	1.94
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.01	2.01
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.24	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.28	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.24	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23

1443.17	1.42	1.42	0.10%	2.03	2.03
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.28	0.28
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1441.24	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1443.20	1.46	1.46	0.10%	2.12	2.12
1443.15	1.41	1.41	0.10%	1.99	1.99
1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.13	-0.62	0.62	0.04%	0.38	0.38
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.02	2.02
1441.33	-0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.28	0.28
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.29	0.29
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.02	2.02
1441.26	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.03	2.03
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.96	1.96
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.23	0.23
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1443.12	1.38	1.38	0.10%	1.89	1.89
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.23	0.23
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1443.17	1.42	1.42	0.10%	2.03	2.03
1443.19	1.45	1.45	0.10%	2.10	2.10

1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.27	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1443.18	1.44	1.44	0.10%	2.06	2.06
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.95	1.95
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.22	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.25	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1441.26	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.23	0.23
1443.18	1.43	1.43	0.10%	2.06	2.06
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.21	0.21
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1443.12	1.38	1.38	0.10%	1.90	1.90
1443.18	1.44	1.44	0.10%	2.06	2.06
1443.15	1.41	1.41	0.10%	1.98	1.98
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.96	1.96
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.21	0.21
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.02	2.02
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.23	0.23
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.97	1.97
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.04	2.04
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.19	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19

1443.18	1.44	1.44	0.10%	2.08	2.08
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.05	2.05
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.21	0.21
1443.19	1.45	1.45	0.10%	2.11	2.11
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.27	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.02	2.02
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.26	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.03	2.03
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.22	0.22
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.29	0.29
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.95	1.95
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1443.18	1.44	1.44	0.10%	2.06	2.06
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.26	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.31	-0.43	0.43	0.03%	0.19	0.19
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.24	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1443.12	1.38	1.38	0.10%	1.89	1.89
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1443.09	1.35	1.35	0.09%	1.81	1.81
1441.34	-0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1443.12	1.37	1.37	0.10%	1.89	1.89
1441.32	-0.42	0.42	0.03%	0.18	0.18
1443.19	1.45	1.45	0.10%	2.09	2.09
1441.11	-0.63	0.63	0.04%	0.40	0.40
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1443.25	1.50	1.50	0.10%	2.26	2.26
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31

1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.19	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.21	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.29	0.29
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.05	2.05
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1443.21	1.47	1.47	0.10%	2.16	2.16
1443.20	1.46	1.46	0.10%	2.14	2.14
1443.18	1.44	1.44	0.10%	2.07	2.07
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.01	2.01
1443.15	1.41	1.41	0.10%	1.99	1.99
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.02	2.02
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.23	0.23
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.00	2.00
1443.19	1.44	1.44	0.10%	2.08	2.08
1441.17	-0.57	0.57	0.04%	0.32	0.32
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1441.17	-0.58	0.58	0.04%	0.33	0.33
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1441.17	-0.57	0.57	0.04%	0.32	0.32
1443.13	1.39	1.39	0.10%	1.94	1.94

1443.13	1.39	1.39	0.10%	1.94	1.94
1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.10	-0.64	0.64	0.04%	0.41	0.41
1441.17	-0.57	0.57	0.04%	0.33	0.33
1441.22	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.33	-0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1441.22	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.22	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.10	-0.64	0.64	0.04%	0.41	0.41
1441.17	-0.57	0.57	0.04%	0.33	0.33
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1443.12	1.38	1.38	0.10%	1.90	1.90
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.01	2.01
1441.27	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1443.15	1.41	1.41	0.10%	1.97	1.97
1441.19	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.20	0.20
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.97	1.97
1443.12	1.38	1.38	0.10%	1.91	1.91
1441.36	-0.38	0.38	0.03%	0.14	0.14
1441.24	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.95	1.95
1443.13	1.39	1.39	0.10%	1.94	1.94
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.33	-0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1443.09	1.34	1.34	0.09%	1.81	1.81
1441.06	-0.68	0.68	0.05%	0.46	0.46
1441.08	-0.66	0.66	0.05%	0.43	0.43
1443.20	1.46	1.46	0.10%	2.12	2.12
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.16	-0.58	0.58	0.04%	0.34	0.34
1441.14	-0.60	0.60	0.04%	0.36	0.36
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.31	-0.43	0.43	0.03%	0.19	0.19

1441.15	-0.59	0.59	0.04%	0.35	0.35
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.28	0.28
1443.10	1.36	1.36	0.09%	1.85	1.85
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1443.24	1.50	1.50	0.10%	2.25	2.25
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.02	2.02
1443.20	1.46	1.46	0.10%	2.12	2.12
1443.24	1.50	1.50	0.10%	2.24	2.24
1441.12	-0.62	0.62	0.04%	0.38	0.38
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.01	2.01
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1443.22	1.48	1.48	0.10%	2.19	2.19
1443.26	1.52	1.52	0.11%	2.32	2.32
1443.25	1.51	1.51	0.10%	2.28	2.28
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.28	0.28
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1443.23	1.49	1.49	0.10%	2.21	2.21
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1441.21	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1443.19	1.45	1.45	0.10%	2.11	2.11
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1441.28	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1443.21	1.47	1.47	0.10%	2.15	2.15
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.22	0.22
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.24	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.29	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1441.22	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28

1443.20	1.45	1.45	0.10%	2.11	2.11
1443.21	1.47	1.47	0.10%	2.17	2.17
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.17	-0.57	0.57	0.04%	0.33	0.33
1443.25	1.51	1.51	0.10%	2.28	2.28
1441.27	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1443.22	1.48	1.48	0.10%	2.18	2.18
1441.24	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1443.18	1.44	1.44	0.10%	2.07	2.07
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.22	0.22
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.28	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.11	-0.64	0.64	0.04%	0.41	0.41
1443.10	1.36	1.36	0.09%	1.84	1.84
1443.07	1.33	1.33	0.09%	1.77	1.77
1443.07	1.33	1.33	0.09%	1.76	1.76
1443.05	1.31	1.31	0.09%	1.71	1.71
1441.01	-0.73	0.73	0.05%	0.53	0.53
1440.98	-0.76	0.76	0.05%	0.57	0.57
1441.02	-0.72	0.72	0.05%	0.52	0.52
1441.00	-0.74	0.74	0.05%	0.55	0.55
1443.00	1.26	1.26	0.09%	1.59	1.59
1440.98	-0.76	0.76	0.05%	0.58	0.58
1441.07	-0.67	0.67	0.05%	0.45	0.45
1440.99	-0.75	0.75	0.05%	0.56	0.56
1443.11	1.37	1.37	0.09%	1.87	1.87
1440.98	-0.76	0.76	0.05%	0.58	0.58
1441.03	-0.72	0.72	0.05%	0.51	0.51
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.32	0.32
1443.08	1.34	1.34	0.09%	1.78	1.78
1441.01	-0.73	0.73	0.05%	0.54	0.54
1440.98	-0.76	0.76	0.05%	0.58	0.58
1441.07	-0.67	0.67	0.05%	0.45	0.45

1441.06	-0.69	0.69	0.05%	0.47	0.47
1441.00	-0.74	0.74	0.05%	0.55	0.55
1441.09	-0.65	0.65	0.05%	0.42	0.42
1441.01	-0.73	0.73	0.05%	0.54	0.54
1441.07	-0.67	0.67	0.05%	0.45	0.45
1443.05	1.31	1.31	0.09%	1.72	1.72
1443.05	1.31	1.31	0.09%	1.72	1.72
1441.02	-0.72	0.72	0.05%	0.52	0.52
1441.02	-0.72	0.72	0.05%	0.52	0.52
1443.08	1.34	1.34	0.09%	1.80	1.80
1441.00	-0.74	0.74	0.05%	0.55	0.55
1443.10	1.36	1.36	0.09%	1.84	1.84
1441.01	-0.73	0.73	0.05%	0.54	0.54
1443.09	1.35	1.35	0.09%	1.83	1.83
1440.99	-0.75	0.75	0.05%	0.57	0.57
1443.08	1.33	1.33	0.09%	1.78	1.78
1441.02	-0.72	0.72	0.05%	0.52	0.52
1443.10	1.36	1.36	0.09%	1.84	1.84
1443.07	1.33	1.33	0.09%	1.76	1.76
1443.11	1.37	1.37	0.09%	1.86	1.86
1443.04	1.30	1.30	0.09%	1.69	1.69
1441.00	-0.75	0.75	0.05%	0.56	0.56
1443.01	1.27	1.27	0.09%	1.61	1.61
1443.13	1.39	1.39	0.10%	1.94	1.94
1441.00	-0.74	0.74	0.05%	0.55	0.55
1443.06	1.31	1.31	0.09%	1.73	1.73
1441.08	-0.66	0.66	0.05%	0.44	0.44
1443.02	1.28	1.28	0.09%	1.63	1.63
1441.02	-0.72	0.72	0.05%	0.52	0.52
1441.06	-0.68	0.68	0.05%	0.47	0.47
1441.04	-0.70	0.70	0.05%	0.49	0.49
1441.03	-0.71	0.71	0.05%	0.51	0.51
1441.07	-0.67	0.67	0.05%	0.45	0.45
1443.07	1.33	1.33	0.09%	1.76	1.76
1441.04	-0.70	0.70	0.05%	0.50	0.50
1441.00	-0.74	0.74	0.05%	0.55	0.55
1441.08	-0.66	0.66	0.05%	0.44	0.44
1443.11	1.37	1.37	0.10%	1.88	1.88
1440.99	-0.76	0.76	0.05%	0.57	0.57

1441.00	-0.74	0.74	0.05%	0.55	0.55
1443.14	1.40	1.40	0.10%	1.95	1.95
1441.09	-0.65	0.65	0.05%	0.43	0.43
1441.08	-0.66	0.66	0.05%	0.44	0.44
1441.16	-0.58	0.58	0.04%	0.34	0.34
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.38	0.38
1441.10	-0.64	0.64	0.04%	0.41	0.41
1441.05	-0.70	0.70	0.05%	0.49	0.49
1443.06	1.32	1.32	0.09%	1.74	1.74
1443.13	1.39	1.39	0.10%	1.92	1.92
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.01	2.01
1441.07	-0.67	0.67	0.05%	0.46	0.46
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.32	0.32
1441.10	-0.64	0.64	0.04%	0.42	0.42
1443.14	1.39	1.39	0.10%	1.94	1.94
1441.02	-0.72	0.72	0.05%	0.53	0.53
1443.11	1.37	1.37	0.10%	1.88	1.88
1441.08	-0.66	0.66	0.05%	0.44	0.44
1443.25	1.51	1.51	0.10%	2.29	2.29
1443.19	1.45	1.45	0.10%	2.11	2.11
1441.05	-0.69	0.69	0.05%	0.48	0.48
1443.39	1.64	1.64	0.11%	2.70	2.70
1443.23	1.49	1.49	0.10%	2.21	2.21
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.10	-0.64	0.64	0.04%	0.41	0.41
1441.18	-0.57	0.57	0.04%	0.32	0.32
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.03	2.03
1441.11	-0.63	0.63	0.04%	0.40	0.40
1443.24	1.50	1.50	0.10%	2.24	2.24
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1443.18	1.44	1.44	0.10%	2.07	2.07
1441.12	-0.63	0.63	0.04%	0.39	0.39
1443.21	1.47	1.47	0.10%	2.15	2.15
1443.20	1.45	1.45	0.10%	2.11	2.11
1441.16	-0.58	0.58	0.04%	0.33	0.33
1441.13	-0.61	0.61	0.04%	0.37	0.37
1441.31	-0.43	0.43	0.03%	0.19	0.19
1443.22	1.48	1.48	0.10%	2.20	2.20
1443.16	1.42	1.42	0.10%	2.01	2.01
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26

1443.21	1.47	1.47	0.10%	2.15	2.15
1443.20	1.46	1.46	0.10%	2.13	2.13
1443.20	1.46	1.46	0.10%	2.13	2.13
1443.24	1.50	1.50	0.10%	2.24	2.24
1443.26	1.52	1.52	0.11%	2.31	2.31
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1441.31	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1441.30	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.16	-0.58	0.58	0.04%	0.34	0.34
1443.26	1.52	1.52	0.10%	2.30	2.30
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.20	0.20
1443.25	1.51	1.51	0.10%	2.28	2.28
1443.17	1.43	1.43	0.10%	2.05	2.05
1441.11	-0.64	0.64	0.04%	0.40	0.40
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1441.15	-0.59	0.59	0.04%	0.35	0.35
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1443.20	1.46	1.46	0.10%	2.13	2.13
1441.15	-0.60	0.60	0.04%	0.36	0.36
1441.12	-0.63	0.63	0.04%	0.39	0.39
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1443.25	1.51	1.51	0.10%	2.27	2.27
1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1441.12	-0.62	0.62	0.04%	0.39	0.39
1443.23	1.49	1.49	0.10%	2.21	2.21
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.20	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1441.18	-0.56	0.56	0.04%	0.32	0.32
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.21	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1443.28	1.53	1.53	0.11%	2.35	2.35
1441.20	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1441.31	-0.43	0.43	0.03%	0.19	0.19
1443.28	1.54	1.54	0.11%	2.36	2.36
1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1443.32	1.57	1.57	0.11%	2.48	2.48
1443.33	1.59	1.59	0.11%	2.52	2.52

1441.35	-0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1441.31	-0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
1441.35	-0.39	0.39	0.03%	0.15	0.15
1441.31	-0.43	0.43	0.03%	0.19	0.19
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.22	0.22
1441.24	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1443.28	1.54	1.54	0.11%	2.38	2.38
1443.24	1.50	1.50	0.10%	2.24	2.24
1441.38	-0.36	0.36	0.02%	0.13	0.13
1443.29	1.55	1.55	0.11%	2.39	2.39
1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1443.25	1.51	1.51	0.10%	2.27	2.27
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.21	0.21
1443.29	1.55	1.55	0.11%	2.39	2.39
1441.28	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.22	0.22
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1443.29	1.55	1.55	0.11%	2.39	2.39
1441.23	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1443.29	1.55	1.55	0.11%	2.40	2.40
1443.24	1.50	1.50	0.10%	2.26	2.26
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.22	0.22
1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
1441.27	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.20	0.20
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1441.29	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1441.23	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1443.25	1.50	1.50	0.10%	2.26	2.26
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.21	0.21
1443.27	1.52	1.52	0.11%	2.32	2.32
1441.24	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1443.26	1.52	1.52	0.11%	2.30	2.30
1443.29	1.55	1.55	0.11%	2.40	2.40
1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1441.23	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1441.28	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1441.24	-0.50	0.50	0.04%	0.25	0.25

	1441.33	-0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
	1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
	1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
	1443.36	1.62	1.62	0.11%	2.62	2.62
	1441.34	-0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
	1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
	1443.32	1.58	1.58	0.11%	2.50	2.50
	1443.32	1.58	1.58	0.11%	2.50	2.50
	1441.21	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
	1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
	1441.22	-0.52	0.52	0.04%	0.28	0.28
	1443.28	1.54	1.54	0.11%	2.37	2.37
	1441.25	-0.49	0.49	0.03%	0.24	0.24
	1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
	1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
	1443.30	1.56	1.56	0.11%	2.42	2.42
	1441.26	-0.48	0.48	0.03%	0.23	0.23
	1441.24	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
	1441.21	-0.53	0.53	0.04%	0.29	0.29
	1441.39	-0.35	0.35	0.02%	0.12	0.12
	1441.24	-0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
	1443.31	1.56	1.56	0.11%	2.45	2.45
	1441.17	-0.57	0.57	0.04%	0.33	0.33
	1443.45	1.71	1.71	0.12%	2.91	2.91
	1443.19	1.45	1.45	0.10%	2.10	2.10
	1441.38	-0.37	0.37	0.03%	0.13	0.13
	1443.26	1.52	1.52	0.11%	2.31	2.31
	1441.30	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
	1443.20	1.45	1.45	0.10%	2.11	2.11
	1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
	1441.33	-0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
	1441.24	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
	1441.48	-0.26	0.26	0.02%	0.07	0.07
	1441.22	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
	1441.29	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
	1441.19	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
Total	1.113E+06	0.00	602.84	41.80%	596.73	596.73
Média	1441.74	0.00	0.78	0.05%	0.77	0.77
					Desvio padrão	0.88

Tabela D.5-Cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som na água

T_{aq} (s)	V_{aq} (m/s)	$\frac{\partial V_{aq}}{\partial \lambda}$	$\frac{\partial V_{aq}}{\partial t_{aq}}$	$\beta°$	$\Delta\lambda$	ΔV_{aq}	$\frac{\Delta V_{aq}}{V_{aq}}$
1,3859E-04	1443,15	1,4432E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,14	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,07	1,4411E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,18	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,11	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,12	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,15	1,4432E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,15	1,4411E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,08	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,16	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,14	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,10	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,13	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,15	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,14	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,13	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,12	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,16	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,17	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,16	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,10	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,14	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,12	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,12	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,10	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,09	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,18	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,21	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,12	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,18	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,08	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,12	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,08	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,14	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,13	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,12	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,13	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,13	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3878E-04	1441,13	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,13	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,12	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,19	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,13	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,11	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,25	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,12	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,26	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,14	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,16	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,17	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,17	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,20	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,23	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,11	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,16	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,17	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,09	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,20	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,13	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,18	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,20	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,16	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,21	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,19	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,123	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,193	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,211	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,176	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,192	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,198	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,138	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,176	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,155	1,4432E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,11	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,128	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,13	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,182	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,187	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3877E-04	1441,189	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,099	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,185	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,195	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,215	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,109	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,132	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,123	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,264	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,106	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,158	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,171	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,179	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,182	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,191	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,116	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,182	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,202	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,191	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,218	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,195	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,159	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,113	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,177	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,186	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,233	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,089	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,014	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,131	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,188	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,106	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,169	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,311	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,106	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,128	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,257	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,183	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,097	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,115	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,114	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,196	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3877E-04	1441,222	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,132	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,086	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,233	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,198	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,189	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,184	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,082	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,234	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,168	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,141	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,228	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,149	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,195	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,22	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,197	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,213	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,194	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,182	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,156	1,4432E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,129	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,207	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,247	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,112	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,265	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,206	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,157	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,265	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,229	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,265	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,208	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,201	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,301	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,198	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,255	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,282	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,298	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,267	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,282	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,199	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,16	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%

1,3877E-04	1441,23	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,184	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,162	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,205	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,25	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,207	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,268	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,12	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,272	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,218	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,232	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,222	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,201	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,198	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,195	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,212	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,203	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,129	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,207	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,25	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,216	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,219	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,203	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,219	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,204	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,192	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,228	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,248	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,271	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,272	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,126	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,187	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,126	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,254	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,228	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,27	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,255	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,212	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,16	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,262	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3877E-04	1441,217	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,24	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,216	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,222	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,203	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,135	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,171	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,217	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,224	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,159	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,222	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,223	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,172	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,219	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,252	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,162	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,151	1,4432E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,275	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,178	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,204	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,315	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,239	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,137	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,275	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,256	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,272	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,204	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,174	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,263	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,232	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,215	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,211	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,218	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,247	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,145	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,25	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,309	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,295	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,287	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,23	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,271	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3877E-04	1441,22	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,211	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,216	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,277	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,279	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,144	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,138	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,173	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,136	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,286	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,236	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,266	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,221	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,224	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,261	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,163	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,202	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,255	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,2	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,27	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,193	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,231	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,224	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,24	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,225	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,2	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,309	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,174	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,22	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,225	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,126	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,223	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,133	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,16	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,251	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,224	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,219	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,236	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,276	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,24	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,23	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,264	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3858E-04	1443,166	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,223	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,217	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,193	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,182	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,289	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,24	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,229	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,269	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,198	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,153	1,4432E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,195	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,195	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,125	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,232	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,257	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,29	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,203	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,164	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,332	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,231	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,217	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,191	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,254	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,207	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,164	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,256	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,202	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,198	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,248	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,168	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,143	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,267	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,21	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,233	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,117	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,267	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,271	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,166	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,191	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,212	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3877E-04	1441,265	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,264	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,262	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,178	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,283	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,249	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,138	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,2	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,222	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,216	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,246	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,256	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,267	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,176	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,287	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,219	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,12	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,177	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,149	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,218	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,211	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,232	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,14	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,288	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,212	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,163	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,224	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,219	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,21	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,267	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,144	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,233	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,218	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,304	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,271	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,17	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,201	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,185	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,304	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,183	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,173	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%

1,3877E-04	1441,224	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,282	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,288	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,194	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,254	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,265	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,163	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,21	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,256	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,167	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,21	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,278	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,224	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,207	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,139	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,223	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,224	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,177	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,251	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,255	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,31	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,202	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,241	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,219	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,232	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,118	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,272	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,199	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,188	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,088	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,337	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,116	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,318	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,189	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,111	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,221	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,23	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,245	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,201	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,183	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3877E-04	1441,199	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,231	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,27	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,186	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,198	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,228	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,2	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,206	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,199	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,21	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,274	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,221	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,209	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,209	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,248	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,207	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,172	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,252	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,21	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,204	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,181	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,158	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,152	1,4432E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,253	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,193	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,223	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,163	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,203	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,267	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,209	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,195	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,157	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,185	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,174	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,224	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,212	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,198	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,197	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,166	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,198	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,174	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,134	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%

1,3859E-04	1443,133	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,196	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,104	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,171	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,215	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,219	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,333	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,215	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,215	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,099	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,171	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,211	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,212	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,231	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,121	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,16	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,265	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,147	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,185	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,271	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,189	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,298	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,144	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,122	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,363	1,4414E+04	-1,0388E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,239	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,139	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,133	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,193	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,268	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,221	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,203	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,33	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,086	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,063	1,4411E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,084	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,198	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,233	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,162	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,138	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,2	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,307	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3878E-04	1441,147	1,4411E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,183	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,217	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,101	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,248	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,242	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,164	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,197	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,24	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,123	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,159	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,29	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,222	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3857E-04	1443,264	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,253	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,204	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,217	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,26	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,214	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,221	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,203	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,262	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,228	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,223	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,206	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,263	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,211	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,193	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,203	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,263	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,279	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,276	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,269	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,207	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,282	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,278	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,231	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,235	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,285	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,215	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,196	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,214	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%

1,3877E-04	1441,252	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,194	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,209	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,27	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,168	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,251	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,266	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,254	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,217	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,24	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,234	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,18	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,282	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,232	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,274	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,201	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,278	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,182	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,275	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,105	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,097	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,072	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,067	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3860E-04	1443,048	1,4430E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,011	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1440,984	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,02	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1440,998	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3860E-04	1443,002	1,4430E+04	-1,0411E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1440,982	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,074	1,4411E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1440,992	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,111	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1440,979	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,026	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,177	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,077	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,008	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1440,978	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,068	1,4411E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,055	1,4411E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,002	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3878E-04	1441,092	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,007	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,07	1,4411E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3860E-04	1443,052	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,054	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,018	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,018	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,084	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,001	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,098	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,009	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,094	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1440,988	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,076	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,023	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,1	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,07	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,107	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3860E-04	1443,042	1,4430E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1440,995	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3860E-04	1443,01	1,4430E+04	-1,0411E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,134	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1440,998	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,056	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,08	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3860E-04	1443,02	1,4430E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,021	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,057	1,4411E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,044	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,029	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,069	1,4411E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,068	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,037	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1440,998	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,082	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,114	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1440,986	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,002	1,4410E+04	-1,0382E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,139	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,087	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,08	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,158	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3878E-04	1441,129	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,102	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3879E-04	1441,045	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,06	1,4431E+04	-1,0412E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3859E-04	1443,127	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,159	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,067	1,4411E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,179	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,097	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,136	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,017	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3859E-04	1443,114	1,4431E+04	-1,0413E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,08	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,254	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,193	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3879E-04	1441,048	1,4410E+04	-1,0383E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3856E-04	1443,385	1,4434E+04	-1,0417E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,229	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,194	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,099	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,176	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,168	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,113	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,24	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,218	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,18	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,116	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,207	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,196	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,164	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,133	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,308	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,224	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,159	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,227	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,182	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,228	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,207	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,202	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,2	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,239	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,26	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%

1,3877E-04	1441,189	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,305	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,295	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,194	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,162	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,257	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,194	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,297	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,251	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,173	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,106	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,198	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,147	1,4411E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,29	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,201	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,145	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,115	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,189	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,247	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,304	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,119	1,4411E+04	-1,0384E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,23	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,204	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,195	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,192	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3878E-04	1441,18	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,199	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,206	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,264	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,211	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,276	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,204	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,31	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,277	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,301	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,316	1,4433E+04	-1,0416E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3857E-04	1443,33	1,4433E+04	-1,0416E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,345	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,312	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,353	1,4414E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,309	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,277	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3877E-04	1441,241	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,283	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,24	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,384	1,4414E+04	-1,0388E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,287	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,222	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,248	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,287	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,289	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,275	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,304	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,278	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,294	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,287	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,225	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,291	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,244	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,277	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,254	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,274	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,229	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,297	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,282	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,286	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,226	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,246	1,4432E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,287	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,266	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,238	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,258	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3857E-04	1443,292	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,29	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,229	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,281	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,303	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,214	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,237	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,332	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,303	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,263	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,36	1,4434E+04	-1,0416E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,344	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

1,3877E-04	1441,191	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,324	1,4433E+04	-1,0416E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3857E-04	1443,324	1,4433E+04	-1,0416E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,206	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,264	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,217	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,28	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,254	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,293	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,258	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,298	1,4433E+04	-1,0416E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3877E-04	1441,257	1,4413E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,236	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,207	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3875E-04	1441,394	1,4414E+04	-1,0388E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,239	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3857E-04	1443,306	1,4433E+04	-1,0416E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3878E-04	1441,167	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3856E-04	1443,448	1,4434E+04	-1,0418E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3858E-04	1443,19	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,376	1,4414E+04	-1,0388E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,26	1,4433E+04	-1,0415E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,301	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3858E-04	1443,195	1,4432E+04	-1,0414E+07	0,45	0,0005	7,22	0,50%
1,3876E-04	1441,29	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,329	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,236	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3875E-04	1441,48	1,4415E+04	-1,0389E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,216	1,4412E+04	-1,0386E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3876E-04	1441,291	1,4413E+04	-1,0387E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%
1,3877E-04	1441,187	1,4412E+04	-1,0385E+07	0,45	0,0005	7,21	0,50%

Nas Tabelas D.6 e D.7 são mostrados os resultados do tratamento estatístico e cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som no óleo, respectivamente:

Tabela D.6- Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som no óleo

Medida (m/s)	*Desvio*	*Desvio absoluto*	*Desvio relativo*	*Desvio absoluto* ^{2}	*Desvio absoluto* ^{2}
1319.68	-1.13	1.13	0.09%	1.29	1.29
1320.07	-0.75	0.75	0.06%	0.56	0.56
1320.21	-0.61	0.61	0.05%	0.37	0.37
1320.62	-0.20	0.20	0.02%	0.04	0.04
1320.89	0.07	0.07	0.01%	0.00	0.00
1320.00	-0.82	0.82	0.06%	0.67	0.67
1320.29	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1320.05	-0.77	0.77	0.06%	0.59	0.59
1321.39	0.57	0.57	0.04%	0.32	0.32
1320.23	-0.59	0.59	0.04%	0.35	0.35
1320.45	-0.37	0.37	0.03%	0.14	0.14
1320.65	-0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1320.22	-0.60	0.60	0.05%	0.36	0.36
1320.22	-0.60	0.60	0.05%	0.36	0.36
1321.19	0.37	0.37	0.03%	0.13	0.13
1320.49	-0.33	0.33	0.02%	0.11	0.11
1320.38	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1320.11	-0.71	0.71	0.05%	0.50	0.50
1320.29	-0.52	0.52	0.04%	0.28	0.28
1320.49	-0.33	0.33	0.02%	0.11	0.11
1321.11	0.29	0.29	0.02%	0.09	0.09
1320.39	-0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
1320.31	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1320.48	-0.34	0.34	0.03%	0.12	0.12
1320.43	-0.39	0.39	0.03%	0.15	0.15
1320.58	-0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1321.00	0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1320.61	-0.21	0.21	0.02%	0.04	0.04
1320.64	-0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1320.20	-0.62	0.62	0.05%	0.39	0.39
1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.86	0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1321.45	0.63	0.63	0.05%	0.39	0.39
1320.49	-0.33	0.33	0.02%	0.11	0.11
1320.92	0.10	0.10	0.01%	0.01	0.01
1320.41	-0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1320.26	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1320.40	-0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17

1320.34	-0.48	0.48	0.04%	0.23	0.23
1320.54	-0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.50	-0.32	0.32	0.02%	0.10	0.10
1320.76	-0.06	0.06	0.00%	0.00	0.00
1320.24	-0.58	0.58	0.04%	0.34	0.34
1320.27	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1320.26	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1320.69	-0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1320.29	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1320.45	-0.37	0.37	0.03%	0.13	0.13
1321.08	0.26	0.26	0.02%	0.07	0.07
1320.42	-0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1320.30	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1320.22	-0.60	0.60	0.05%	0.36	0.36
1320.47	-0.35	0.35	0.03%	0.12	0.12
1320.52	-0.30	0.30	0.02%	0.09	0.09
1320.22	-0.60	0.60	0.05%	0.35	0.35
1321.06	0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1320.33	-0.49	0.49	0.04%	0.24	0.24
1321.37	0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1320.64	-0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1320.51	-0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10
1321.25	0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
1321.01	0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1320.55	-0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
1321.71	0.89	0.89	0.07%	0.80	0.80
1321.35	0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1320.53	-0.29	0.29	0.02%	0.08	0.08
1320.30	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1320.47	-0.35	0.35	0.03%	0.12	0.12
1320.52	-0.30	0.30	0.02%	0.09	0.09
1320.57	-0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1320.83	0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1320.77	-0.05	0.05	0.00%	0.00	0.00
1320.39	-0.43	0.43	0.03%	0.19	0.19
1320.52	-0.29	0.29	0.02%	0.09	0.09
1320.73	-0.09	0.09	0.01%	0.01	0.01
1321.09	0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
1320.51	-0.31	0.31	0.02%	0.09	0.09
1320.59	-0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1320.51	-0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10

1320.39	-0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
1321.66	0.84	0.84	0.06%	0.70	0.70
1320.69	-0.12	0.12	0.01%	0.02	0.02
1320.42	-0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1320.54	-0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.42	-0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1320.60	-0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1321.44	0.63	0.63	0.05%	0.39	0.39
1321.20	0.38	0.38	0.03%	0.15	0.15
1321.95	1.13	1.13	0.09%	1.28	1.28
1320.46	-0.36	0.36	0.03%	0.13	0.13
1320.54	-0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.78	-0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1320.89	0.07	0.07	0.01%	0.00	0.00
1321.16	0.34	0.34	0.03%	0.11	0.11
1321.88	1.06	1.06	0.08%	1.13	1.13
1321.10	0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1321.25	0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1320.86	0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1320.64	-0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1321.38	0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1321.29	0.48	0.48	0.04%	0.23	0.23
1320.79	-0.03	0.03	0.00%	0.00	0.00
1321.25	0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
1320.88	0.06	0.06	0.00%	0.00	0.00
1321.97	1.15	1.15	0.09%	1.31	1.31
1321.46	0.64	0.64	0.05%	0.41	0.41
1321.88	1.06	1.06	0.08%	1.12	1.12
1321.74	0.92	0.92	0.07%	0.84	0.84
1321.23	0.42	0.42	0.03%	0.17	0.17
1321.32	0.50	0.50	0.04%	0.25	0.25
1320.54	-0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.84	0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1321.23	0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1321.27	0.45	0.45	0.03%	0.21	0.21
1320.64	-0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1320.64	-0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1320.80	-0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1320.98	0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1320.97	0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02

1321.98	1.16	1.16	0.09%	1.35	1.35
1320.80	-0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1322.01	1.19	1.19	0.09%	1.42	1.42
1320.60	-0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1320.95	0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1320.93	0.11	0.11	0.01%	0.01	0.01
1320.58	-0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1322.07	1.25	1.25	0.09%	1.57	1.57
1321.69	0.87	0.87	0.07%	0.76	0.76
1321.42	0.60	0.60	0.05%	0.36	0.36
1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.85	0.03	0.03	0.00%	0.00	0.00
1321.06	0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1320.93	0.11	0.11	0.01%	0.01	0.01
1320.57	-0.25	0.25	0.02%	0.06	0.06
1320.66	-0.16	0.16	0.01%	0.02	0.02
1320.76	-0.06	0.06	0.00%	0.00	0.00
1320.82	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00
1321.24	0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
1320.74	-0.08	0.08	0.01%	0.01	0.01
1320.99	0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1320.65	-0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1320.88	0.06	0.06	0.00%	0.00	0.00
1320.69	-0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1320.90	0.08	0.08	0.01%	0.01	0.01
1320.88	0.07	0.07	0.00%	0.00	0.00
1320.66	-0.16	0.16	0.01%	0.02	0.02
1320.84	0.03	0.03	0.00%	0.00	0.00
1320.95	0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1321.29	0.47	0.47	0.04%	0.23	0.23
1320.98	0.16	0.16	0.01%	0.03	0.03
1322.08	1.26	1.26	0.10%	1.58	1.58
1321.36	0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1320.89	0.07	0.07	0.01%	0.01	0.01
1321.44	0.62	0.62	0.05%	0.39	0.39
1321.79	0.97	0.97	0.07%	0.95	0.95
1320.87	0.05	0.05	0.00%	0.00	0.00
1320.70	-0.12	0.12	0.01%	0.01	0.01
1320.70	-0.12	0.12	0.01%	0.01	0.01
1320.87	0.05	0.05	0.00%	0.00	0.00

1320.70	-0.12	0.12	0.01%	0.02	0.02
1320.59	-0.23	0.23	0.02%	0.05	0.05
1320.72	-0.10	0.10	0.01%	0.01	0.01
1321.31	0.49	0.49	0.04%	0.24	0.24
1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1322.13	1.31	1.31	0.10%	1.71	1.71
1320.72	-0.10	0.10	0.01%	0.01	0.01
1321.09	0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
1321.72	0.90	0.90	0.07%	0.82	0.82
1320.69	-0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1321.10	0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1321.26	0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1320.94	0.12	0.12	0.01%	0.01	0.01
1320.72	-0.10	0.10	0.01%	0.01	0.01
1320.79	-0.03	0.03	0.00%	0.00	0.00
1321.22	0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1321.29	0.47	0.47	0.04%	0.22	0.22
1321.55	0.73	0.73	0.06%	0.54	0.54
1320.70	-0.12	0.12	0.01%	0.01	0.01
1320.77	-0.05	0.05	0.00%	0.00	0.00
1320.92	0.11	0.11	0.01%	0.01	0.01
1320.72	-0.10	0.10	0.01%	0.01	0.01
1320.90	0.08	0.08	0.01%	0.01	0.01
1321.33	0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1321.14	0.33	0.33	0.02%	0.11	0.11
1320.65	-0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1320.74	-0.07	0.07	0.01%	0.01	0.01
1320.96	0.14	0.14	0.01%	0.02	0.02
1320.75	-0.06	0.06	0.00%	0.00	0.00
1321.35	0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1321.07	0.26	0.26	0.02%	0.07	0.07
1322.08	1.27	1.27	0.10%	1.60	1.60
1320.81	-0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1320.96	0.14	0.14	0.01%	0.02	0.02
1321.03	0.21	0.21	0.02%	0.04	0.04
1320.93	0.11	0.11	0.01%	0.01	0.01
1321.08	0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
1321.01	0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1320.80	-0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1320.94	0.12	0.12	0.01%	0.01	0.01

1322.09	1.27	1.27	0.10%	1.62	1.62
1320.98	0.16	0.16	0.01%	0.03	0.03
1320.98	0.16	0.16	0.01%	0.03	0.03
1320.83	0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1320.98	0.16	0.16	0.01%	0.02	0.02
1321.09	0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.78	-0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1321.54	0.72	0.72	0.05%	0.52	0.52
1321.01	0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1321.43	0.61	0.61	0.05%	0.37	0.37
1320.98	0.16	0.16	0.01%	0.02	0.02
1320.83	0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1320.78	-0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1321.09	0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
1321.02	0.20	0.20	0.02%	0.04	0.04
1321.00	0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1321.69	0.87	0.87	0.07%	0.75	0.75
1321.13	0.32	0.32	0.02%	0.10	0.10
1321.03	0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1321.00	0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1321.85	1.03	1.03	0.08%	1.06	1.06
1321.00	0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1320.82	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00
1322.10	1.28	1.28	0.10%	1.63	1.63
1320.83	0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1321.39	0.58	0.58	0.04%	0.33	0.33
1320.81	-0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1321.02	0.20	0.20	0.01%	0.04	0.04
1321.04	0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1321.13	0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10
1321.40	0.58	0.58	0.04%	0.33	0.33
1320.89	0.07	0.07	0.01%	0.00	0.00
1321.38	0.56	0.56	0.04%	0.32	0.32
1322.25	1.43	1.43	0.11%	2.04	2.04
1320.95	0.14	0.14	0.01%	0.02	0.02
1322.08	1.26	1.26	0.10%	1.58	1.58
1321.01	0.19	0.19	0.01%	0.03	0.03
1320.83	0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1322.02	1.20	1.20	0.09%	1.45	1.45
1321.06	0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1321.13	0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10

1321.49	0.67	0.67	0.05%	0.44	0.44
1321.02	0.20	0.20	0.02%	0.04	0.04
1320.86	0.05	0.05	0.00%	0.00	0.00
1321.37	0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1321.38	0.57	0.57	0.04%	0.32	0.32
1320.83	0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1321.06	0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1321.03	0.21	0.21	0.02%	0.05	0.05
1321.03	0.21	0.21	0.02%	0.04	0.04
1321.68	0.86	0.86	0.07%	0.74	0.74
1321.02	0.20	0.20	0.02%	0.04	0.04
1322.01	1.19	1.19	0.09%	1.41	1.41
1320.83	0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1321.16	0.35	0.35	0.03%	0.12	0.12
1321.06	0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1321.05	0.23	0.23	0.02%	0.05	0.05
1321.46	0.64	0.64	0.05%	0.42	0.42
1321.09	0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
1321.45	0.63	0.63	0.05%	0.39	0.39
1320.80	-0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1321.13	0.31	0.31	0.02%	0.09	0.09
1321.44	0.62	0.62	0.05%	0.38	0.38
1321.75	0.93	0.93	0.07%	0.86	0.86
1321.86	1.04	1.04	0.08%	1.08	1.08
1321.11	0.29	0.29	0.02%	0.08	0.08
1321.52	0.70	0.70	0.05%	0.49	0.49
1320.88	0.06	0.06	0.00%	0.00	0.00
1321.79	0.98	0.98	0.07%	0.95	0.95
1322.17	1.35	1.35	0.10%	1.82	1.82
1321.59	0.78	0.78	0.06%	0.60	0.60
1321.03	0.21	0.21	0.02%	0.04	0.04
1321.16	0.34	0.34	0.03%	0.12	0.12
1321.12	0.30	0.30	0.02%	0.09	0.09
1321.08	0.26	0.26	0.02%	0.07	0.07
1321.83	1.01	1.01	0.08%	1.02	1.02
1322.04	1.22	1.22	0.09%	1.49	1.49
1321.60	0.78	0.78	0.06%	0.62	0.62
1320.87	0.05	0.05	0.00%	0.00	0.00
1321.03	0.21	0.21	0.02%	0.04	0.04
1320.88	0.06	0.06	0.00%	0.00	0.00
1321.07	0.25	0.25	0.02%	0.06	0.06

1321.60	0.78	0.78	0.06%	0.60	0.60
1321.07	0.26	0.26	0.02%	0.07	0.07
1321.33	0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1320.99	0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1320.81	-0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1321.01	0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1321.10	0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1321.56	0.74	0.74	0.06%	0.55	0.55
1321.12	0.30	0.30	0.02%	0.09	0.09
1321.12	0.30	0.30	0.02%	0.09	0.09
1321.01	0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1321.01	0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1321.04	0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1321.62	0.80	0.80	0.06%	0.64	0.64
1320.80	-0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1321.46	0.64	0.64	0.05%	0.41	0.41
1321.04	0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1322.12	1.30	1.30	0.10%	1.69	1.69
1320.87	0.05	0.05	0.00%	0.00	0.00
1321.09	0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
1320.80	-0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1321.33	0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1321.46	0.64	0.64	0.05%	0.41	0.41
1321.00	0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1321.04	0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1321.44	0.63	0.63	0.05%	0.39	0.39
1322.15	1.34	1.34	0.10%	1.78	1.78
1320.85	0.03	0.03	0.00%	0.00	0.00
1321.43	0.61	0.61	0.05%	0.37	0.37
1321.40	0.58	0.58	0.04%	0.34	0.34
1320.97	0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1321.25	0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
1321.16	0.34	0.34	0.03%	0.11	0.11
1321.06	0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1320.99	0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1322.01	1.19	1.19	0.09%	1.41	1.41
1322.11	1.29	1.29	0.10%	1.66	1.66
1320.96	0.14	0.14	0.01%	0.02	0.02
1321.42	0.60	0.60	0.05%	0.36	0.36
1321.45	0.63	0.63	0.05%	0.40	0.40
1321.02	0.20	0.20	0.01%	0.04	0.04
1321.37	0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30

1320.94	0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1321.00	0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1321.05	0.23	0.23	0.02%	0.05	0.05
1321.01	0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1321.02	0.20	0.20	0.02%	0.04	0.04
1320.81	-0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1321.42	0.61	0.61	0.05%	0.37	0.37
1320.78	-0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1321.43	0.61	0.61	0.05%	0.38	0.38
1321.63	0.81	0.81	0.06%	0.66	0.66
1321.03	0.21	0.21	0.02%	0.05	0.05
1321.97	1.15	1.15	0.09%	1.32	1.32
1321.05	0.23	0.23	0.02%	0.05	0.05
1321.31	0.49	0.49	0.04%	0.24	0.24
1321.71	0.89	0.89	0.07%	0.79	0.79
1321.43	0.61	0.61	0.05%	0.37	0.37
1321.33	0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1321.42	0.61	0.61	0.05%	0.37	0.37
1320.97	0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.80	-0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1321.21	0.39	0.39	0.03%	0.15	0.15
1321.00	0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1321.39	0.57	0.57	0.04%	0.33	0.33
1320.98	0.16	0.16	0.01%	0.03	0.03
1320.99	0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1321.28	0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1321.20	0.39	0.39	0.03%	0.15	0.15
1321.48	0.66	0.66	0.05%	0.43	0.43
1320.95	0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1320.70	-0.12	0.12	0.01%	0.01	0.01
1321.27	0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1321.46	0.64	0.64	0.05%	0.41	0.41
1321.15	0.33	0.33	0.02%	0.11	0.11
1321.11	0.29	0.29	0.02%	0.09	0.09
1322.02	1.20	1.20	0.09%	1.43	1.43
1321.09	0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.70	-0.12	0.12	0.01%	0.01	0.01
1320.74	-0.08	0.08	0.01%	0.01	0.01
1321.90	1.08	1.08	0.08%	1.17	1.17
1320.72	-0.10	0.10	0.01%	0.01	0.01
1320.51	-0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10

1320.53	-0.29	0.29	0.02%	0.08	0.08
1320.72	-0.10	0.10	0.01%	0.01	0.01
1321.47	0.65	0.65	0.05%	0.43	0.43
1320.52	-0.29	0.29	0.02%	0.09	0.09
1321.07	0.25	0.25	0.02%	0.06	0.06
1320.54	-0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1321.57	0.75	0.75	0.06%	0.56	0.56
1321.15	0.34	0.34	0.03%	0.11	0.11
1320.49	-0.33	0.33	0.03%	0.11	0.11
1321.17	0.35	0.35	0.03%	0.12	0.12
1320.52	-0.30	0.30	0.02%	0.09	0.09
1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.71	-0.11	0.11	0.01%	0.01	0.01
1321.02	0.20	0.20	0.01%	0.04	0.04
1320.42	-0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1321.04	0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1321.13	0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10
1320.77	-0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1320.40	-0.42	0.42	0.03%	0.18	0.18
1321.04	0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1320.42	-0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1320.46	-0.36	0.36	0.03%	0.13	0.13
1320.42	-0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1320.44	-0.38	0.38	0.03%	0.14	0.14
1321.40	0.58	0.58	0.04%	0.33	0.33
1320.40	-0.42	0.42	0.03%	0.17	0.17
1320.45	-0.37	0.37	0.03%	0.14	0.14
1320.39	-0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
1320.41	-0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1321.05	0.23	0.23	0.02%	0.05	0.05
1321.04	0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1320.43	-0.39	0.39	0.03%	0.15	0.15
1320.43	-0.39	0.39	0.03%	0.15	0.15
1320.19	-0.63	0.63	0.05%	0.40	0.40
1320.38	-0.44	0.44	0.03%	0.20	0.20
1320.76	-0.06	0.06	0.00%	0.00	0.00
1320.62	-0.20	0.20	0.02%	0.04	0.04
1320.95	0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1320.86	0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1321.00	0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03

1320.41	-0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1321.04	0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1320.40	-0.42	0.42	0.03%	0.17	0.17
1320.40	-0.42	0.42	0.03%	0.18	0.18
1320.39	-0.43	0.43	0.03%	0.19	0.19
1321.03	0.21	0.21	0.02%	0.04	0.04
1320.36	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1320.38	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1321.38	0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1320.33	-0.49	0.49	0.04%	0.24	0.24
1320.40	-0.42	0.42	0.03%	0.17	0.17
1320.97	0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.33	-0.49	0.49	0.04%	0.24	0.24
1320.18	-0.64	0.64	0.05%	0.41	0.41
1320.69	-0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1320.29	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1320.28	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1320.69	-0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1320.60	-0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.27	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1320.18	-0.64	0.64	0.05%	0.41	0.41
1320.69	-0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1320.26	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1320.25	-0.57	0.57	0.04%	0.33	0.33
1320.27	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1320.31	-0.51	0.51	0.04%	0.26	0.26
1320.27	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1320.26	-0.56	0.56	0.04%	0.32	0.32
1320.28	-0.54	0.54	0.04%	0.30	0.30
1321.52	0.70	0.70	0.05%	0.49	0.49
1320.28	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1320.70	-0.12	0.12	0.01%	0.02	0.02
1320.28	-0.54	0.54	0.04%	0.29	0.29
1320.21	-0.60	0.60	0.05%	0.37	0.37
1320.32	-0.50	0.50	0.04%	0.25	0.25
1320.29	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1321.20	0.38	0.38	0.03%	0.15	0.15
1320.26	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1320.14	-0.67	0.67	0.05%	0.46	0.46
1320.24	-0.58	0.58	0.04%	0.33	0.33

1321.17	0.35	0.35	0.03%	0.12	0.12
1321.21	0.39	0.39	0.03%	0.15	0.15
1320.26	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1321.18	0.36	0.36	0.03%	0.13	0.13
1320.19	-0.63	0.63	0.05%	0.40	0.40
1320.19	-0.63	0.63	0.05%	0.40	0.40
1320.07	-0.75	0.75	0.06%	0.56	0.56
1320.25	-0.57	0.57	0.04%	0.33	0.33
1321.23	0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1320.66	-0.16	0.16	0.01%	0.02	0.02
1320.06	-0.76	0.76	0.06%	0.58	0.58
1320.29	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1320.44	-0.38	0.38	0.03%	0.14	0.14
1320.25	-0.57	0.57	0.04%	0.32	0.32
1320.29	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1320.18	-0.64	0.64	0.05%	0.41	0.41
1320.03	-0.79	0.79	0.06%	0.63	0.63
1321.13	0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10
1320.86	0.05	0.05	0.00%	0.00	0.00
1320.21	-0.61	0.61	0.05%	0.37	0.37
1320.20	-0.62	0.62	0.05%	0.38	0.38
1321.25	0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
1320.04	-0.77	0.77	0.06%	0.60	0.60
1320.08	-0.74	0.74	0.06%	0.55	0.55
1320.20	-0.62	0.62	0.05%	0.39	0.39
1320.07	-0.75	0.75	0.06%	0.57	0.57
1320.85	0.03	0.03	0.00%	0.00	0.00
1320.60	-0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1320.75	-0.07	0.07	0.01%	0.01	0.01
1320.58	-0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1320.73	-0.09	0.09	0.01%	0.01	0.01
1320.62	-0.20	0.20	0.02%	0.04	0.04
1320.75	-0.07	0.07	0.01%	0.00	0.00
1320.54	-0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.65	-0.16	0.16	0.01%	0.03	0.03
1321.22	0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1320.18	-0.63	0.63	0.05%	0.40	0.40
1320.21	-0.61	0.61	0.05%	0.37	0.37
1321.21	0.39	0.39	0.03%	0.15	0.15
1320.47	-0.35	0.35	0.03%	0.12	0.12
1320.17	-0.65	0.65	0.05%	0.43	0.43

1320.13	-0.68	0.68	0.05%	0.47	0.47
1320.15	-0.67	0.67	0.05%	0.45	0.45
1319.98	-0.84	0.84	0.06%	0.70	0.70
1320.17	-0.65	0.65	0.05%	0.42	0.42
1320.88	0.06	0.06	0.00%	0.00	0.00
1320.80	-0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1320.00	-0.82	0.82	0.06%	0.68	0.68
1321.18	0.37	0.37	0.03%	0.13	0.13
1320.70	-0.12	0.12	0.01%	0.01	0.01
1320.19	-0.63	0.63	0.05%	0.40	0.40
1320.19	-0.63	0.63	0.05%	0.40	0.40
1320.16	-0.66	0.66	0.05%	0.44	0.44
1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.17	-0.65	0.65	0.05%	0.42	0.42
1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.11	-0.71	0.71	0.05%	0.50	0.50
1320.10	-0.71	0.71	0.05%	0.51	0.51
1320.20	-0.61	0.61	0.05%	0.38	0.38
1320.16	-0.66	0.66	0.05%	0.44	0.44
1320.61	-0.21	0.21	0.02%	0.04	0.04
1320.77	-0.05	0.05	0.00%	0.00	0.00
1320.64	-0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1320.14	-0.68	0.68	0.05%	0.46	0.46
1319.97	-0.85	0.85	0.06%	0.73	0.73
1320.59	-0.23	0.23	0.02%	0.05	0.05
1320.85	0.03	0.03	0.00%	0.00	0.00
1319.94	-0.88	0.88	0.07%	0.78	0.78
1320.17	-0.65	0.65	0.05%	0.42	0.42
1320.14	-0.68	0.68	0.05%	0.46	0.46
1319.99	-0.83	0.83	0.06%	0.69	0.69
1320.20	-0.62	0.62	0.05%	0.39	0.39
1319.95	-0.87	0.87	0.07%	0.75	0.75
1320.16	-0.66	0.66	0.05%	0.44	0.44
1320.17	-0.65	0.65	0.05%	0.42	0.42
1320.81	-0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1320.19	-0.63	0.63	0.05%	0.39	0.39
1320.65	-0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1319.96	-0.86	0.86	0.07%	0.75	0.75
1320.11	-0.71	0.71	0.05%	0.50	0.50
1320.64	-0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1320.10	-0.72	0.72	0.05%	0.52	0.52

1320.64	-0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1320.50	-0.32	0.32	0.02%	0.10	0.10
1320.80	-0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1319.92	-0.89	0.89	0.07%	0.80	0.80
1320.81	-0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1321.06	0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1319.93	-0.88	0.88	0.07%	0.78	0.78
1320.08	-0.74	0.74	0.06%	0.54	0.54
1320.49	-0.33	0.33	0.02%	0.11	0.11
1320.84	0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1320.61	-0.21	0.21	0.02%	0.04	0.04
1320.26	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1319.96	-0.85	0.85	0.06%	0.73	0.73
1320.08	-0.74	0.74	0.06%	0.55	0.55
1321.11	0.29	0.29	0.02%	0.08	0.08
1320.16	-0.66	0.66	0.05%	0.44	0.44
1320.47	-0.35	0.35	0.03%	0.12	0.12
1321.09	0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
1320.09	-0.73	0.73	0.06%	0.53	0.53
1321.14	0.32	0.32	0.02%	0.10	0.10
1320.78	-0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1320.72	-0.10	0.10	0.01%	0.01	0.01
1320.69	-0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1320.21	-0.61	0.61	0.05%	0.37	0.37
1320.23	-0.59	0.59	0.04%	0.35	0.35
1320.00	-0.82	0.82	0.06%	0.68	0.68
1321.16	0.34	0.34	0.03%	0.11	0.11
1320.72	-0.09	0.09	0.01%	0.01	0.01
1320.13	-0.69	0.69	0.05%	0.48	0.48
1320.12	-0.70	0.70	0.05%	0.49	0.49
1320.15	-0.67	0.67	0.05%	0.45	0.45
1320.25	-0.57	0.57	0.04%	0.32	0.32
1320.65	-0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1319.95	-0.87	0.87	0.07%	0.75	0.75
1320.16	-0.65	0.65	0.05%	0.43	0.43
1320.83	0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1320.24	-0.58	0.58	0.04%	0.34	0.34
1320.11	-0.71	0.71	0.05%	0.50	0.50
1321.22	0.41	0.41	0.03%	0.16	0.16
1321.23	0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1320.19	-0.63	0.63	0.05%	0.39	0.39

1320.54	-0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.63	-0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1320.13	-0.69	0.69	0.05%	0.47	0.47
1320.48	-0.33	0.33	0.03%	0.11	0.11
1319.99	-0.83	0.83	0.06%	0.69	0.69
1320.23	-0.58	0.58	0.04%	0.34	0.34
1320.78	-0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1321.14	0.32	0.32	0.02%	0.10	0.10
1319.99	-0.83	0.83	0.06%	0.68	0.68
1320.26	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1320.57	-0.25	0.25	0.02%	0.06	0.06
1320.22	-0.60	0.60	0.05%	0.36	0.36
1321.28	0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1320.96	0.14	0.14	0.01%	0.02	0.02
1320.60	-0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1320.18	-0.64	0.64	0.05%	0.41	0.41
1320.39	-0.43	0.43	0.03%	0.19	0.19
1320.27	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1321.27	0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1320.52	-0.29	0.29	0.02%	0.09	0.09
1320.21	-0.61	0.61	0.05%	0.37	0.37
1320.26	-0.56	0.56	0.04%	0.31	0.31
1320.63	-0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1320.20	-0.62	0.62	0.05%	0.39	0.39
1320.21	-0.61	0.61	0.05%	0.38	0.38
1320.01	-0.81	0.81	0.06%	0.66	0.66
1320.27	-0.55	0.55	0.04%	0.30	0.30
1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.07	-0.75	0.75	0.06%	0.56	0.56
1320.97	0.16	0.16	0.01%	0.02	0.02
1320.21	-0.60	0.60	0.05%	0.37	0.37
1320.21	-0.61	0.61	0.05%	0.38	0.38
1320.79	-0.03	0.03	0.00%	0.00	0.00
1320.81	-0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1320.27	-0.55	0.55	0.04%	0.31	0.31
1320.41	-0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1321.04	0.22	0.22	0.02%	0.05	0.05
1320.29	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1320.75	-0.07	0.07	0.01%	0.01	0.01
1321.40	0.58	0.58	0.04%	0.33	0.33
1320.38	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19

1320.46	-0.36	0.36	0.03%	0.13	0.13
1320.23	-0.59	0.59	0.04%	0.35	0.35
1320.63	-0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1320.81	-0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
1320.24	-0.58	0.58	0.04%	0.34	0.34
1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.29	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1320.32	-0.50	0.50	0.04%	0.25	0.25
1321.01	0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1320.33	-0.49	0.49	0.04%	0.24	0.24
1320.29	-0.53	0.53	0.04%	0.28	0.28
1321.39	0.57	0.57	0.04%	0.32	0.32
1320.99	0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1320.44	-0.38	0.38	0.03%	0.14	0.14
1320.99	0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1320.73	-0.09	0.09	0.01%	0.01	0.01
1321.28	0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
1321.07	0.25	0.25	0.02%	0.06	0.06
1321.44	0.62	0.62	0.05%	0.38	0.38
1320.74	-0.07	0.07	0.01%	0.01	0.01
1320.32	-0.50	0.50	0.04%	0.25	0.25
1320.35	-0.47	0.47	0.04%	0.22	0.22
1320.48	-0.34	0.34	0.03%	0.12	0.12
1321.47	0.65	0.65	0.05%	0.42	0.42
1320.74	-0.08	0.08	0.01%	0.01	0.01
1321.19	0.37	0.37	0.03%	0.14	0.14
1321.07	0.25	0.25	0.02%	0.06	0.06
1321.08	0.26	0.26	0.02%	0.07	0.07
1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.54	-0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.40	-0.42	0.42	0.03%	0.17	0.17
1320.41	-0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1321.10	0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.86	0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1321.05	0.23	0.23	0.02%	0.05	0.05
1320.37	-0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1321.61	0.79	0.79	0.06%	0.62	0.62
1321.05	0.23	0.23	0.02%	0.05	0.05
1321.22	0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1321.10	0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.41	-0.41	0.41	0.03%	0.16	0.16

1321.09	0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
1320.48	-0.33	0.33	0.03%	0.11	0.11
1321.46	0.64	0.64	0.05%	0.41	0.41
1320.52	-0.30	0.30	0.02%	0.09	0.09
1320.38	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1321.55	0.73	0.73	0.06%	0.54	0.54
1321.14	0.32	0.32	0.02%	0.10	0.10
1320.35	-0.47	0.47	0.04%	0.22	0.22
1321.13	0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10
1321.16	0.34	0.34	0.03%	0.12	0.12
1321.57	0.75	0.75	0.06%	0.56	0.56
1320.49	-0.32	0.32	0.02%	0.11	0.11
1320.22	-0.60	0.60	0.05%	0.35	0.35
1320.38	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1321.21	0.39	0.39	0.03%	0.15	0.15
1321.10	0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1320.62	-0.20	0.20	0.02%	0.04	0.04
1321.13	0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10
1321.11	0.29	0.29	0.02%	0.08	0.08
1320.59	-0.23	0.23	0.02%	0.05	0.05
1320.59	-0.23	0.23	0.02%	0.05	0.05
1320.66	-0.16	0.16	0.01%	0.02	0.02
1321.14	0.33	0.33	0.02%	0.11	0.11
1320.30	-0.52	0.52	0.04%	0.27	0.27
1321.15	0.33	0.33	0.02%	0.11	0.11
1320.42	-0.40	0.40	0.03%	0.16	0.16
1321.05	0.23	0.23	0.02%	0.05	0.05
1321.08	0.26	0.26	0.02%	0.07	0.07
1321.25	0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
1320.52	-0.30	0.30	0.02%	0.09	0.09
1320.45	-0.36	0.36	0.03%	0.13	0.13
1321.06	0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1320.48	-0.34	0.34	0.03%	0.12	0.12
1321.17	0.35	0.35	0.03%	0.12	0.12
1320.58	-0.24	0.24	0.02%	0.06	0.06
1320.69	-0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1321.17	0.35	0.35	0.03%	0.13	0.13
1320.48	-0.34	0.34	0.03%	0.11	0.11
1320.46	-0.36	0.36	0.03%	0.13	0.13

	1321.62	0.80	0.80	0.06%	0.64	0.64
	1320.33	-0.49	0.49	0.04%	0.24	0.24
	1320.66	-0.16	0.16	0.01%	0.03	0.03
	1320.54	-0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
	1321.16	0.35	0.35	0.03%	0.12	0.12
	1320.51	-0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10
	1320.33	-0.49	0.49	0.04%	0.24	0.24
	1321.21	0.39	0.39	0.03%	0.15	0.15
	1320.67	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
	1320.61	-0.21	0.21	0.02%	0.04	0.04
	1320.66	-0.16	0.16	0.01%	0.03	0.03
	1321.26	0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
	1320.66	-0.16	0.16	0.01%	0.02	0.02
	1320.51	-0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10
	1320.57	-0.25	0.25	0.02%	0.06	0.06
	1321.25	0.43	0.43	0.03%	0.18	0.18
	1320.54	-0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
	1320.73	-0.09	0.09	0.01%	0.01	0.01
	1320.55	-0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
	1321.08	0.26	0.26	0.02%	0.07	0.07
	1321.24	0.42	0.42	0.03%	0.18	0.18
	1321.08	0.26	0.26	0.02%	0.07	0.07
Total	1007784.63	0.00	298.47	22.60%	176.20	176.20
Média	1320.82	0.00	0.39	0.03%	0.23	0.23
					Desvio padrão	0.48

Tabela D.7-Cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som no óleo

$T_{ól}$ (s)	$V_{ól}$ (m/s)	$\frac{\partial V_{ol}}{\partial \lambda}$	$\frac{\partial V_{ol}}{\partial t_{ol}}$	$\beta°$	$\Delta\lambda$	ΔVol	$\frac{\Delta V_{ol}}{V_{ol}}$
1,516E-05	1319,68	1,3197E+05	-8,7078E+07	0,41	0,0005	66,00	5,00%
1,515E-05	1320,07	1,3201E+05	-8,7129E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,21	1,3202E+05	-8,7148E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,62	1,3206E+05	-8,7201E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,89	1,3209E+05	-8,7237E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,00	1,3200E+05	-8,7120E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,29	1,3203E+05	-8,7158E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,05	1,3201E+05	-8,7127E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1321,39	1,3214E+05	-8,7303E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,515E-05	1320,23	1,3202E+05	-8,7150E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,45	1,3204E+05	-8,7179E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,65	1,3206E+05	-8,7206E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,22	1,3202E+05	-8,7149E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,22	1,3202E+05	-8,7149E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,19	1,3212E+05	-8,7277E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,49	1,3205E+05	-8,7185E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,38	1,3204E+05	-8,7170E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,11	1,3201E+05	-8,7135E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,29	1,3203E+05	-8,7159E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,49	1,3205E+05	-8,7185E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,11	1,3211E+05	-8,7267E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,39	1,3204E+05	-8,7171E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,31	1,3203E+05	-8,7161E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,48	1,3205E+05	-8,7183E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,43	1,3204E+05	-8,7177E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,58	1,3206E+05	-8,7197E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,00	1,3210E+05	-8,7252E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,61	1,3206E+05	-8,7201E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,64	1,3206E+05	-8,7204E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,20	1,3202E+05	-8,7146E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7208E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,86	1,3209E+05	-8,7234E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,513E-05	1321,45	1,3214E+05	-8,7311E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,515E-05	1320,49	1,3205E+05	-8,7185E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,92	1,3209E+05	-8,7241E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,41	1,3204E+05	-8,7174E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,26	1,3203E+05	-8,7155E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,40	1,3204E+05	-8,7173E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,34	1,3203E+05	-8,7165E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,54	1,3205E+05	-8,7191E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%

1,515E-05	1320,50	1,3205E+05	-8,7185E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,76	1,3208E+05	-8,7220E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,24	1,3202E+05	-8,7152E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,27	1,3203E+05	-8,7155E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,26	1,3203E+05	-8,7155E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,69	1,3207E+05	-8,7210E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,29	1,3203E+05	-8,7158E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,45	1,3205E+05	-8,7180E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,08	1,3211E+05	-8,7263E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,42	1,3204E+05	-8,7175E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,30	1,3203E+05	-8,7160E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,22	1,3202E+05	-8,7149E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,47	1,3205E+05	-8,7182E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,52	1,3205E+05	-8,7189E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,22	1,3202E+05	-8,7149E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,06	1,3211E+05	-8,7260E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,33	1,3203E+05	-8,7164E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,37	1,3214E+05	-8,7301E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,64	1,3206E+05	-8,7205E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,51	1,3205E+05	-8,7187E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,25	1,3212E+05	-8,7284E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,01	1,3210E+05	-8,7253E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,55	1,3206E+05	-8,7193E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,513E-05	1321,71	1,3217E+05	-8,7346E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,35	1,3213E+05	-8,7298E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,515E-05	1320,53	1,3205E+05	-8,7190E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,30	1,3203E+05	-8,7160E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,47	1,3205E+05	-8,7182E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,52	1,3205E+05	-8,7189E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,57	1,3206E+05	-8,7196E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,83	1,3208E+05	-8,7230E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,77	1,3208E+05	-8,7222E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,39	1,3204E+05	-8,7171E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,52	1,3205E+05	-8,7189E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,73	1,3207E+05	-8,7217E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,09	1,3211E+05	-8,7264E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,51	1,3205E+05	-8,7188E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,59	1,3206E+05	-8,7198E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,51	1,3205E+05	-8,7187E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,39	1,3204E+05	-8,7172E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,513E-05	1321,66	1,3217E+05	-8,7339E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1320,69	1,3207E+05	-8,7212E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%

1,515E-05	1320,42	1,3204E+05	-8,7175E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,54	1,3205E+05	-8,7192E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,42	1,3204E+05	-8,7176E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,60	1,3206E+05	-8,7199E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,513E-05	1321,44	1,3214E+05	-8,7311E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,20	1,3212E+05	-8,7279E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,513E-05	1321,95	1,3219E+05	-8,7377E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,515E-05	1320,46	1,3205E+05	-8,7181E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,54	1,3205E+05	-8,7191E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,78	1,3208E+05	-8,7223E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,89	1,3209E+05	-8,7237E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,16	1,3212E+05	-8,7273E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,513E-05	1321,88	1,3219E+05	-8,7368E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,514E-05	1321,10	1,3211E+05	-8,7265E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,25	1,3213E+05	-8,7286E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,86	1,3209E+05	-8,7233E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,64	1,3206E+05	-8,7204E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,38	1,3214E+05	-8,7302E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,29	1,3213E+05	-8,7291E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,79	1,3208E+05	-8,7224E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,25	1,3212E+05	-8,7284E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,88	1,3209E+05	-8,7236E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,513E-05	1321,97	1,3220E+05	-8,7380E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,513E-05	1321,46	1,3215E+05	-8,7313E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,513E-05	1321,88	1,3219E+05	-8,7368E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,513E-05	1321,74	1,3217E+05	-8,7349E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,514E-05	1321,23	1,3212E+05	-8,7283E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,32	1,3213E+05	-8,7294E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,54	1,3205E+05	-8,7192E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,84	1,3208E+05	-8,7230E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,23	1,3212E+05	-8,7282E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,27	1,3213E+05	-8,7288E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,64	1,3206E+05	-8,7205E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,64	1,3206E+05	-8,7205E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,80	1,3208E+05	-8,7225E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,98	1,3210E+05	-8,7250E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,97	1,3210E+05	-8,7248E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,98	1,3220E+05	-8,7382E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1320,80	1,3208E+05	-8,7225E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,513E-05	1322,01	1,3220E+05	-8,7385E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1320,60	1,3206E+05	-8,7199E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,95	1,3210E+05	-8,7246E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%

1,514E-05	1320,93	1,3209E+05	-8,7243E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,58	1,3206E+05	-8,7196E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,513E-05	1322,07	1,3221E+05	-8,7393E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,513E-05	1321,69	1,3217E+05	-8,7344E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,42	1,3214E+05	-8,7307E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7209E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,85	1,3208E+05	-8,7232E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,06	1,3211E+05	-8,7260E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,93	1,3209E+05	-8,7243E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,57	1,3206E+05	-8,7195E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,66	1,3207E+05	-8,7207E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,76	1,3208E+05	-8,7220E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,82	1,3208E+05	-8,7228E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,24	1,3212E+05	-8,7284E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,74	1,3207E+05	-8,7218E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,99	1,3210E+05	-8,7251E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,65	1,3206E+05	-8,7206E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,88	1,3209E+05	-8,7236E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,69	1,3207E+05	-8,7211E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,90	1,3209E+05	-8,7239E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,88	1,3209E+05	-8,7237E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,66	1,3207E+05	-8,7207E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,84	1,3208E+05	-8,7231E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,95	1,3209E+05	-8,7245E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,29	1,3213E+05	-8,7291E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,98	1,3210E+05	-8,7249E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1322,08	1,3221E+05	-8,7394E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1321,36	1,3214E+05	-8,7299E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,89	1,3209E+05	-8,7238E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,513E-05	1321,44	1,3214E+05	-8,7311E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,513E-05	1321,79	1,3218E+05	-8,7357E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,514E-05	1320,87	1,3209E+05	-8,7235E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,70	1,3207E+05	-8,7212E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,70	1,3207E+05	-8,7213E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,87	1,3209E+05	-8,7235E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,70	1,3207E+05	-8,7212E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,59	1,3206E+05	-8,7198E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,72	1,3207E+05	-8,7215E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,31	1,3213E+05	-8,7293E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7209E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,513E-05	1322,13	1,3221E+05	-8,7401E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1320,72	1,3207E+05	-8,7215E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%

1,514E-05	1321,09	1,3211E+05	-8,7264E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,72	1,3217E+05	-8,7348E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1320,69	1,3207E+05	-8,7211E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,10	1,3211E+05	-8,7265E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,26	1,3213E+05	-8,7286E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,94	1,3209E+05	-8,7244E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,72	1,3207E+05	-8,7215E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,79	1,3208E+05	-8,7224E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,22	1,3212E+05	-8,7281E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,29	1,3213E+05	-8,7290E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,513E-05	1321,55	1,3216E+05	-8,7325E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1320,70	1,3207E+05	-8,7212E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,77	1,3208E+05	-8,7221E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,92	1,3209E+05	-8,7242E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,72	1,3207E+05	-8,7215E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,90	1,3209E+05	-8,7239E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,33	1,3213E+05	-8,7296E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,14	1,3211E+05	-8,7271E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,65	1,3207E+05	-8,7206E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,74	1,3207E+05	-8,7218E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,96	1,3210E+05	-8,7246E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,75	1,3208E+05	-8,7220E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,35	1,3213E+05	-8,7298E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,07	1,3211E+05	-8,7262E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1322,08	1,3221E+05	-8,7395E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1320,81	1,3208E+05	-8,7227E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,96	1,3210E+05	-8,7247E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,03	1,3210E+05	-8,7255E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,93	1,3209E+05	-8,7242E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,08	1,3211E+05	-8,7263E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,01	1,3210E+05	-8,7253E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,80	1,3208E+05	-8,7226E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,94	1,3209E+05	-8,7244E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1322,09	1,3221E+05	-8,7396E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1320,98	1,3210E+05	-8,7249E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,98	1,3210E+05	-8,7249E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,83	1,3208E+05	-8,7229E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,98	1,3210E+05	-8,7249E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,09	1,3211E+05	-8,7264E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,78	1,3208E+05	-8,7223E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,513E-05	1321,54	1,3215E+05	-8,7324E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,01	1,3210E+05	-8,7253E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%

1,514E-05	1321,43	1,3214E+05	-8,7308E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,98	1,3210E+05	-8,7249E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,83	1,3208E+05	-8,7229E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,78	1,3208E+05	-8,7223E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,09	1,3211E+05	-8,7263E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,02	1,3210E+05	-8,7255E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,00	1,3210E+05	-8,7252E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,69	1,3217E+05	-8,7343E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,13	1,3211E+05	-8,7270E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,03	1,3210E+05	-8,7257E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,00	1,3210E+05	-8,7252E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,85	1,3219E+05	-8,7364E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,514E-05	1321,00	1,3210E+05	-8,7252E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,82	1,3208E+05	-8,7228E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,513E-05	1322,10	1,3221E+05	-8,7397E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1320,83	1,3208E+05	-8,7230E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,39	1,3214E+05	-8,7304E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,81	1,3208E+05	-8,7227E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,02	1,3210E+05	-8,7254E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,04	1,3210E+05	-8,7257E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,13	1,3211E+05	-8,7269E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,40	1,3214E+05	-8,7304E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,89	1,3209E+05	-8,7237E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,38	1,3214E+05	-8,7303E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,513E-05	1322,25	1,3222E+05	-8,7417E+07	0,41	0,0005	66,13	5,00%
1,514E-05	1320,95	1,3210E+05	-8,7246E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1322,08	1,3221E+05	-8,7394E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1321,01	1,3210E+05	-8,7253E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,83	1,3208E+05	-8,7229E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,513E-05	1322,02	1,3220E+05	-8,7387E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1321,06	1,3211E+05	-8,7259E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,13	1,3211E+05	-8,7270E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,49	1,3215E+05	-8,7316E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,02	1,3210E+05	-8,7255E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,86	1,3209E+05	-8,7234E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,37	1,3214E+05	-8,7301E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,38	1,3214E+05	-8,7303E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,83	1,3208E+05	-8,7229E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,06	1,3211E+05	-8,7260E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,03	1,3210E+05	-8,7256E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,03	1,3210E+05	-8,7255E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,68	1,3217E+05	-8,7342E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%

1,514E-05	1321,02	1,3210E+05	-8,7255E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1322,01	1,3220E+05	-8,7385E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1320,83	1,3208E+05	-8,7230E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,16	1,3212E+05	-8,7274E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,06	1,3211E+05	-8,7259E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,05	1,3210E+05	-8,7258E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,46	1,3215E+05	-8,7313E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,09	1,3211E+05	-8,7263E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,45	1,3214E+05	-8,7311E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,80	1,3208E+05	-8,7225E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,13	1,3211E+05	-8,7269E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,44	1,3214E+05	-8,7310E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,513E-05	1321,75	1,3217E+05	-8,7351E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,513E-05	1321,86	1,3219E+05	-8,7365E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,514E-05	1321,11	1,3211E+05	-8,7266E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,52	1,3215E+05	-8,7321E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,88	1,3209E+05	-8,7236E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,513E-05	1321,79	1,3218E+05	-8,7357E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,513E-05	1322,17	1,3222E+05	-8,7407E+07	0,41	0,0005	66,13	5,00%
1,513E-05	1321,59	1,3216E+05	-8,7331E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,03	1,3210E+05	-8,7255E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,16	1,3212E+05	-8,7274E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,12	1,3211E+05	-8,7268E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,08	1,3211E+05	-8,7262E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,83	1,3218E+05	-8,7361E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,513E-05	1322,04	1,3220E+05	-8,7389E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,513E-05	1321,60	1,3216E+05	-8,7332E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1320,87	1,3209E+05	-8,7235E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,03	1,3210E+05	-8,7255E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,88	1,3209E+05	-8,7236E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,07	1,3211E+05	-8,7261E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,60	1,3216E+05	-8,7331E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,07	1,3211E+05	-8,7262E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,33	1,3213E+05	-8,7295E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,99	1,3210E+05	-8,7251E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,81	1,3208E+05	-8,7226E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,01	1,3210E+05	-8,7253E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,10	1,3211E+05	-8,7265E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,56	1,3216E+05	-8,7326E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,12	1,3211E+05	-8,7268E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,12	1,3211E+05	-8,7268E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,01	1,3210E+05	-8,7253E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%

1,514E-05	1321,01	1,3210E+05	-8,7253E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,04	1,3210E+05	-8,7257E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,62	1,3216E+05	-8,7334E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1320,80	1,3208E+05	-8,7226E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,513E-05	1321,46	1,3215E+05	-8,7313E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,04	1,3210E+05	-8,7257E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1322,12	1,3221E+05	-8,7400E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1320,87	1,3209E+05	-8,7235E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,09	1,3211E+05	-8,7264E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,80	1,3208E+05	-8,7226E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,33	1,3213E+05	-8,7295E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,513E-05	1321,46	1,3215E+05	-8,7313E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,00	1,3210E+05	-8,7251E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,04	1,3210E+05	-8,7257E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,44	1,3214E+05	-8,7311E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,513E-05	1322,15	1,3222E+05	-8,7405E+07	0,41	0,0005	66,13	5,00%
1,514E-05	1320,85	1,3209E+05	-8,7233E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,43	1,3214E+05	-8,7308E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,40	1,3214E+05	-8,7305E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,97	1,3210E+05	-8,7248E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,25	1,3212E+05	-8,7284E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,16	1,3212E+05	-8,7273E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,06	1,3211E+05	-8,7260E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,99	1,3210E+05	-8,7250E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1322,01	1,3220E+05	-8,7385E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,513E-05	1322,11	1,3221E+05	-8,7398E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1320,96	1,3210E+05	-8,7247E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,42	1,3214E+05	-8,7308E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,513E-05	1321,45	1,3214E+05	-8,7311E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,02	1,3210E+05	-8,7254E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,37	1,3214E+05	-8,7301E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,94	1,3209E+05	-8,7245E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,00	1,3210E+05	-8,7252E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,05	1,3211E+05	-8,7259E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,01	1,3210E+05	-8,7254E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,02	1,3210E+05	-8,7255E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,81	1,3208E+05	-8,7227E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,42	1,3214E+05	-8,7308E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,78	1,3208E+05	-8,7223E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,43	1,3214E+05	-8,7309E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,513E-05	1321,63	1,3216E+05	-8,7335E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,03	1,3210E+05	-8,7256E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%

1,513E-05	1321,97	1,3220E+05	-8,7380E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1321,05	1,3211E+05	-8,7259E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,31	1,3213E+05	-8,7293E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,513E-05	1321,71	1,3217E+05	-8,7346E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,43	1,3214E+05	-8,7309E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,33	1,3213E+05	-8,7296E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,42	1,3214E+05	-8,7308E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,97	1,3210E+05	-8,7248E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,80	1,3208E+05	-8,7225E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,21	1,3212E+05	-8,7279E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,00	1,3210E+05	-8,7252E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,39	1,3214E+05	-8,7304E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,98	1,3210E+05	-8,7249E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,99	1,3210E+05	-8,7251E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,28	1,3213E+05	-8,7289E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,20	1,3212E+05	-8,7279E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,513E-05	1321,48	1,3215E+05	-8,7315E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,95	1,3210E+05	-8,7246E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,70	1,3207E+05	-8,7212E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,27	1,3213E+05	-8,7287E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,513E-05	1321,46	1,3215E+05	-8,7313E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,15	1,3211E+05	-8,7271E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,11	1,3211E+05	-8,7267E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1322,02	1,3220E+05	-8,7386E+07	0,41	0,0005	66,12	5,00%
1,514E-05	1321,09	1,3211E+05	-8,7264E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,70	1,3207E+05	-8,7212E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,74	1,3207E+05	-8,7217E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,513E-05	1321,90	1,3219E+05	-8,7371E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,514E-05	1320,72	1,3207E+05	-8,7215E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,51	1,3205E+05	-8,7187E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7208E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,96	1,3210E+05	-8,7247E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,64	1,3206E+05	-8,7205E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,42	1,3214E+05	-8,7308E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,12	1,3211E+05	-8,7268E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,16	1,3212E+05	-8,7274E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,66	1,3207E+05	-8,7207E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,72	1,3207E+05	-8,7215E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,59	1,3206E+05	-8,7198E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,81	1,3208E+05	-8,7227E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,59	1,3206E+05	-8,7198E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,05	1,3211E+05	-8,7259E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%

1,514E-05	1321,25	1,3212E+05	-8,7285E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,60	1,3206E+05	-8,7199E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,64	1,3206E+05	-8,7205E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,513E-05	1321,78	1,3218E+05	-8,7355E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,514E-05	1320,61	1,3206E+05	-8,7201E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,513E-05	1321,82	1,3218E+05	-8,7361E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,515E-05	1320,56	1,3206E+05	-8,7194E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,04	1,3210E+05	-8,7257E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,58	1,3206E+05	-8,7196E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,61	1,3206E+05	-8,7200E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,05	1,3211E+05	-8,7259E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,49	1,3205E+05	-8,7184E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,56	1,3206E+05	-8,7194E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,64	1,3206E+05	-8,7205E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,56	1,3206E+05	-8,7194E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,513E-05	1321,82	1,3218E+05	-8,7360E+07	0,41	0,0005	66,11	5,00%
1,515E-05	1320,57	1,3206E+05	-8,7195E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,10	1,3211E+05	-8,7265E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,57	1,3206E+05	-8,7195E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,80	1,3208E+05	-8,7225E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,19	1,3212E+05	-8,7277E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,74	1,3207E+05	-8,7218E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,59	1,3206E+05	-8,7197E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,13	1,3211E+05	-8,7269E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,58	1,3206E+05	-8,7197E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,58	1,3206E+05	-8,7196E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,513E-05	1321,72	1,3217E+05	-8,7347E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,16	1,3212E+05	-8,7273E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,06	1,3211E+05	-8,7261E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,37	1,3214E+05	-8,7301E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1321,12	1,3211E+05	-8,7268E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,13	1,3211E+05	-8,7270E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,513E-05	1321,71	1,3217E+05	-8,7345E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1320,58	1,3206E+05	-8,7196E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,53	1,3205E+05	-8,7189E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,55	1,3205E+05	-8,7192E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,55	1,3205E+05	-8,7192E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,513E-05	1321,49	1,3215E+05	-8,7316E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,515E-05	1320,53	1,3205E+05	-8,7190E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,53	1,3205E+05	-8,7190E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,72	1,3207E+05	-8,7215E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,513E-05	1321,47	1,3215E+05	-8,7315E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%

1,515E-05	1320,52	1,3205E+05	-8,7189E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,07	1,3211E+05	-8,7262E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,54	1,3205E+05	-8,7192E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,513E-05	1321,57	1,3216E+05	-8,7327E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,15	1,3212E+05	-8,7272E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,49	1,3205E+05	-8,7184E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,17	1,3212E+05	-8,7274E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,52	1,3205E+05	-8,7188E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7208E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,71	1,3207E+05	-8,7214E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,02	1,3210E+05	-8,7254E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,42	1,3204E+05	-8,7175E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,04	1,3210E+05	-8,7258E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,13	1,3211E+05	-8,7269E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,77	1,3208E+05	-8,7222E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,40	1,3204E+05	-8,7172E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,04	1,3210E+05	-8,7258E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,42	1,3204E+05	-8,7175E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,46	1,3205E+05	-8,7181E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,42	1,3204E+05	-8,7176E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,44	1,3204E+05	-8,7178E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,40	1,3214E+05	-8,7304E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,515E-05	1320,40	1,3204E+05	-8,7173E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,45	1,3204E+05	-8,7179E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,39	1,3204E+05	-8,7171E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,41	1,3204E+05	-8,7173E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,05	1,3210E+05	-8,7258E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,04	1,3210E+05	-8,7257E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,43	1,3204E+05	-8,7176E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,43	1,3204E+05	-8,7177E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,19	1,3202E+05	-8,7145E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,38	1,3204E+05	-8,7170E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,76	1,3208E+05	-8,7220E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,62	1,3206E+05	-8,7201E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,95	1,3209E+05	-8,7245E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,86	1,3209E+05	-8,7234E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,00	1,3210E+05	-8,7252E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,41	1,3204E+05	-8,7174E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,04	1,3210E+05	-8,7258E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,40	1,3204E+05	-8,7173E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,40	1,3204E+05	-8,7173E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,39	1,3204E+05	-8,7171E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%

1,514E-05	1321,03	1,3210E+05	-8,7255E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,36	1,3204E+05	-8,7168E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,38	1,3204E+05	-8,7170E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,38	1,3214E+05	-8,7302E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,515E-05	1320,33	1,3203E+05	-8,7164E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,40	1,3204E+05	-8,7173E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,97	1,3210E+05	-8,7248E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,33	1,3203E+05	-8,7164E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,18	1,3202E+05	-8,7144E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,69	1,3207E+05	-8,7211E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,29	1,3203E+05	-8,7158E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,28	1,3203E+05	-8,7157E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,69	1,3207E+05	-8,7211E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,60	1,3206E+05	-8,7199E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7208E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,27	1,3203E+05	-8,7156E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,18	1,3202E+05	-8,7144E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,69	1,3207E+05	-8,7211E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,26	1,3203E+05	-8,7154E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,25	1,3202E+05	-8,7152E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,27	1,3203E+05	-8,7156E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,31	1,3203E+05	-8,7160E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,27	1,3203E+05	-8,7156E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,26	1,3203E+05	-8,7154E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,28	1,3203E+05	-8,7156E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,513E-05	1321,52	1,3215E+05	-8,7321E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,515E-05	1320,28	1,3203E+05	-8,7157E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,70	1,3207E+05	-8,7212E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,28	1,3203E+05	-8,7157E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,21	1,3202E+05	-8,7148E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,32	1,3203E+05	-8,7162E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,29	1,3203E+05	-8,7158E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,20	1,3212E+05	-8,7278E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,26	1,3203E+05	-8,7154E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,14	1,3201E+05	-8,7139E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,24	1,3202E+05	-8,7152E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,17	1,3212E+05	-8,7274E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,21	1,3212E+05	-8,7279E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,26	1,3203E+05	-8,7155E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,18	1,3212E+05	-8,7276E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,19	1,3202E+05	-8,7145E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%

1,515E-05	1320,19	1,3202E+05	-8,7145E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,07	1,3201E+05	-8,7130E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,25	1,3202E+05	-8,7152E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,23	1,3212E+05	-8,7282E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,66	1,3207E+05	-8,7207E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,06	1,3201E+05	-8,7128E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,29	1,3203E+05	-8,7158E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,44	1,3204E+05	-8,7178E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,25	1,3203E+05	-8,7153E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,29	1,3203E+05	-8,7158E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,18	1,3202E+05	-8,7144E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,03	1,3200E+05	-8,7123E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1321,13	1,3211E+05	-8,7269E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,86	1,3209E+05	-8,7234E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,21	1,3202E+05	-8,7148E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,20	1,3202E+05	-8,7147E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,25	1,3212E+05	-8,7285E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,04	1,3200E+05	-8,7126E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,08	1,3201E+05	-8,7130E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,20	1,3202E+05	-8,7146E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,07	1,3201E+05	-8,7129E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1320,85	1,3208E+05	-8,7232E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,60	1,3206E+05	-8,7199E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,75	1,3207E+05	-8,7219E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,58	1,3206E+05	-8,7196E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,73	1,3207E+05	-8,7217E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,62	1,3206E+05	-8,7201E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,75	1,3207E+05	-8,7219E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,54	1,3205E+05	-8,7191E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,65	1,3207E+05	-8,7206E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,22	1,3212E+05	-8,7281E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,18	1,3202E+05	-8,7144E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,21	1,3202E+05	-8,7148E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,21	1,3212E+05	-8,7280E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,47	1,3205E+05	-8,7182E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,17	1,3202E+05	-8,7142E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,13	1,3201E+05	-8,7138E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,15	1,3201E+05	-8,7140E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1319,98	1,3200E+05	-8,7117E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,17	1,3202E+05	-8,7143E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,88	1,3209E+05	-8,7236E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,80	1,3208E+05	-8,7225E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%

1,515E-05	1320,00	1,3200E+05	-8,7120E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1321,18	1,3212E+05	-8,7276E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,70	1,3207E+05	-8,7212E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,19	1,3202E+05	-8,7145E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,19	1,3202E+05	-8,7145E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,16	1,3202E+05	-8,7141E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7208E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,17	1,3202E+05	-8,7142E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7208E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,11	1,3201E+05	-8,7134E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,10	1,3201E+05	-8,7134E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,20	1,3202E+05	-8,7147E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,16	1,3202E+05	-8,7141E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,61	1,3206E+05	-8,7200E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,77	1,3208E+05	-8,7221E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,64	1,3206E+05	-8,7205E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,14	1,3201E+05	-8,7139E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1319,97	1,3200E+05	-8,7116E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1320,59	1,3206E+05	-8,7198E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,85	1,3208E+05	-8,7232E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1319,94	1,3199E+05	-8,7112E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,17	1,3202E+05	-8,7143E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,14	1,3201E+05	-8,7139E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1319,99	1,3200E+05	-8,7118E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,20	1,3202E+05	-8,7146E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1319,95	1,3200E+05	-8,7113E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,16	1,3202E+05	-8,7141E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,17	1,3202E+05	-8,7143E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,81	1,3208E+05	-8,7227E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,19	1,3202E+05	-8,7145E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,65	1,3206E+05	-8,7205E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1319,96	1,3200E+05	-8,7114E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,11	1,3201E+05	-8,7135E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1320,64	1,3206E+05	-8,7205E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,10	1,3201E+05	-8,7133E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1320,64	1,3206E+05	-8,7205E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,50	1,3205E+05	-8,7186E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,80	1,3208E+05	-8,7226E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1319,92	1,3199E+05	-8,7110E+07	0,41	0,0005	66,01	5,00%
1,514E-05	1320,81	1,3208E+05	-8,7227E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,06	1,3211E+05	-8,7260E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1319,93	1,3199E+05	-8,7111E+07	0,41	0,0005	66,01	5,00%

1,515E-05	1320,08	1,3201E+05	-8,7131E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,49	1,3205E+05	-8,7185E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,84	1,3208E+05	-8,7231E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,61	1,3206E+05	-8,7200E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,26	1,3203E+05	-8,7154E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1319,96	1,3200E+05	-8,7115E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,08	1,3201E+05	-8,7130E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1321,11	1,3211E+05	-8,7266E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,16	1,3202E+05	-8,7141E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,47	1,3205E+05	-8,7182E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,09	1,3211E+05	-8,7264E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,09	1,3201E+05	-8,7132E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1321,14	1,3211E+05	-8,7270E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,78	1,3208E+05	-8,7223E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,72	1,3207E+05	-8,7215E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,69	1,3207E+05	-8,7211E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,21	1,3202E+05	-8,7148E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,23	1,3202E+05	-8,7150E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,00	1,3200E+05	-8,7120E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1321,16	1,3212E+05	-8,7273E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,72	1,3207E+05	-8,7216E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,13	1,3201E+05	-8,7137E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,12	1,3201E+05	-8,7136E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,15	1,3201E+05	-8,7140E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,25	1,3203E+05	-8,7153E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,65	1,3207E+05	-8,7206E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1319,95	1,3200E+05	-8,7114E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,16	1,3202E+05	-8,7142E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,83	1,3208E+05	-8,7229E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,24	1,3202E+05	-8,7152E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,11	1,3201E+05	-8,7135E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1321,22	1,3212E+05	-8,7282E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,23	1,3212E+05	-8,7283E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,19	1,3202E+05	-8,7145E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,54	1,3205E+05	-8,7191E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,63	1,3206E+05	-8,7203E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,13	1,3201E+05	-8,7137E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,48	1,3205E+05	-8,7184E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1319,99	1,3200E+05	-8,7118E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,23	1,3202E+05	-8,7151E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,78	1,3208E+05	-8,7223E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,14	1,3211E+05	-8,7270E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%

1,515E-05	1319,99	1,3200E+05	-8,7119E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,26	1,3203E+05	-8,7154E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,57	1,3206E+05	-8,7196E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,22	1,3202E+05	-8,7149E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,28	1,3213E+05	-8,7289E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,96	1,3210E+05	-8,7247E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,60	1,3206E+05	-8,7199E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,18	1,3202E+05	-8,7144E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,39	1,3204E+05	-8,7171E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,27	1,3203E+05	-8,7155E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,27	1,3213E+05	-8,7287E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,52	1,3205E+05	-8,7189E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,21	1,3202E+05	-8,7148E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,26	1,3203E+05	-8,7154E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,63	1,3206E+05	-8,7203E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,20	1,3202E+05	-8,7146E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,21	1,3202E+05	-8,7147E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,01	1,3200E+05	-8,7121E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,515E-05	1320,27	1,3203E+05	-8,7156E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7208E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,07	1,3201E+05	-8,7130E+07	0,41	0,0005	66,02	5,00%
1,514E-05	1320,97	1,3210E+05	-8,7249E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,21	1,3202E+05	-8,7148E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,21	1,3202E+05	-8,7147E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,79	1,3208E+05	-8,7225E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1320,81	1,3208E+05	-8,7227E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,27	1,3203E+05	-8,7155E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,41	1,3204E+05	-8,7175E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,04	1,3210E+05	-8,7258E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,29	1,3203E+05	-8,7158E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,75	1,3207E+05	-8,7218E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,40	1,3214E+05	-8,7304E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,515E-05	1320,38	1,3204E+05	-8,7170E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,46	1,3205E+05	-8,7180E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,23	1,3202E+05	-8,7150E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,63	1,3206E+05	-8,7203E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,81	1,3208E+05	-8,7226E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,24	1,3202E+05	-8,7151E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7209E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,29	1,3203E+05	-8,7158E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,32	1,3203E+05	-8,7163E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,01	1,3210E+05	-8,7253E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%

1,515E-05	1320,33	1,3203E+05	-8,7164E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,29	1,3203E+05	-8,7158E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,39	1,3214E+05	-8,7303E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,99	1,3210E+05	-8,7251E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,44	1,3204E+05	-8,7178E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,99	1,3210E+05	-8,7251E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,73	1,3207E+05	-8,7217E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,28	1,3213E+05	-8,7289E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,07	1,3211E+05	-8,7261E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,44	1,3214E+05	-8,7310E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,74	1,3207E+05	-8,7218E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,515E-05	1320,32	1,3203E+05	-8,7163E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,35	1,3203E+05	-8,7166E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,48	1,3205E+05	-8,7183E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,513E-05	1321,47	1,3215E+05	-8,7314E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,514E-05	1320,74	1,3207E+05	-8,7217E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,19	1,3212E+05	-8,7277E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,07	1,3211E+05	-8,7262E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,08	1,3211E+05	-8,7262E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7208E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,54	1,3205E+05	-8,7191E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,40	1,3204E+05	-8,7173E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,41	1,3204E+05	-8,7174E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,10	1,3211E+05	-8,7265E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,86	1,3209E+05	-8,7233E+07	0,41	0,0005	66,06	5,00%
1,514E-05	1321,05	1,3210E+05	-8,7258E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,37	1,3204E+05	-8,7169E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,513E-05	1321,61	1,3216E+05	-8,7332E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,05	1,3211E+05	-8,7259E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,22	1,3212E+05	-8,7281E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,10	1,3211E+05	-8,7265E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,41	1,3204E+05	-8,7175E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,09	1,3211E+05	-8,7264E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,515E-05	1320,48	1,3205E+05	-8,7184E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,513E-05	1321,46	1,3215E+05	-8,7313E+07	0,41	0,0005	66,09	5,00%
1,515E-05	1320,52	1,3205E+05	-8,7188E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,38	1,3204E+05	-8,7170E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,513E-05	1321,55	1,3216E+05	-8,7325E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,514E-05	1321,14	1,3211E+05	-8,7270E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,35	1,3203E+05	-8,7166E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,13	1,3211E+05	-8,7270E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,16	1,3212E+05	-8,7273E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%

1,513E-05	1321,57	1,3216E+05	-8,7327E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,515E-05	1320,49	1,3205E+05	-8,7185E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,22	1,3202E+05	-8,7149E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,515E-05	1320,38	1,3204E+05	-8,7171E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,21	1,3212E+05	-8,7279E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,10	1,3211E+05	-8,7265E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,62	1,3206E+05	-8,7202E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,13	1,3211E+05	-8,7269E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,11	1,3211E+05	-8,7266E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,59	1,3206E+05	-8,7198E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,59	1,3206E+05	-8,7197E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,66	1,3207E+05	-8,7208E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,14	1,3211E+05	-8,7271E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,30	1,3203E+05	-8,7160E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,15	1,3211E+05	-8,7271E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,42	1,3204E+05	-8,7175E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,05	1,3210E+05	-8,7258E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,08	1,3211E+05	-8,7263E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,25	1,3212E+05	-8,7285E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,52	1,3205E+05	-8,7188E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,45	1,3205E+05	-8,7180E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,06	1,3211E+05	-8,7260E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7208E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,48	1,3205E+05	-8,7183E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1321,17	1,3212E+05	-8,7274E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,58	1,3206E+05	-8,7196E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,69	1,3207E+05	-8,7211E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,17	1,3212E+05	-8,7275E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,48	1,3205E+05	-8,7184E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,46	1,3205E+05	-8,7180E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,513E-05	1321,62	1,3216E+05	-8,7334E+07	0,41	0,0005	66,10	5,00%
1,515E-05	1320,33	1,3203E+05	-8,7164E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1320,66	1,3207E+05	-8,7207E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,54	1,3205E+05	-8,7191E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,16	1,3212E+05	-8,7274E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,51	1,3205E+05	-8,7187E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,515E-05	1320,33	1,3203E+05	-8,7164E+07	0,41	0,0005	66,03	5,00%
1,514E-05	1321,21	1,3212E+05	-8,7279E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1320,67	1,3207E+05	-8,7209E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,61	1,3206E+05	-8,7201E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,66	1,3207E+05	-8,7207E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,26	1,3213E+05	-8,7286E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%

1,514E-05	1320,66	1,3207E+05	-8,7207E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,51	1,3205E+05	-8,7187E+07	0,41	0,0005	66,04	5,00%
1,514E-05	1320,57	1,3206E+05	-8,7196E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,25	1,3212E+05	-8,7285E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,515E-05	1320,54	1,3205E+05	-8,7191E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1320,73	1,3207E+05	-8,7216E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,515E-05	1320,55	1,3205E+05	-8,7192E+07	0,41	0,0005	66,05	5,00%
1,514E-05	1321,08	1,3211E+05	-8,7263E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%
1,514E-05	1321,24	1,3212E+05	-8,7284E+07	0,41	0,0005	66,08	5,00%
1,514E-05	1321,08	1,3211E+05	-8,7262E+07	0,41	0,0005	66,07	5,00%

Nas Tabelas D.8 e D.9 são mostrados os resultados do tratamento estatístico e cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som na emulsão de 25%, respectivamente:

Tabela D.8- Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som na emulsão de 25%

Medida	*Desvio*	*Desvio absoluto*	*Desvio relativo*	*Desvio absoluto* ^{2}	*Desvio absoluto* ^{2}
1642.78	0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
1642.18	-0.40	0.40	0.02%	0.16	0.16
1642.51	-0.08	0.08	0.00%	0.01	0.01
1641.20	-1.39	1.39	0.08%	1.93	1.93
1644.43	1.84	1.84	0.11%	3.40	3.40
1642.49	-0.10	0.10	0.01%	0.01	0.01
1642.47	-0.11	0.11	0.01%	0.01	0.01
1641.26	-1.32	1.32	0.08%	1.76	1.76
1643.12	0.53	0.53	0.03%	0.28	0.28
1643.26	0.67	0.67	0.04%	0.45	0.45
1644.18	1.60	1.60	0.10%	2.54	2.54
1642.36	-0.23	0.23	0.01%	0.05	0.05
1642.91	0.32	0.32	0.02%	0.10	0.10
1643.01	0.42	0.42	0.03%	0.18	0.18
1642.65	0.06	0.06	0.00%	0.00	0.00
1642.42	-0.17	0.17	0.01%	0.03	0.03
1641.38	-1.21	1.21	0.07%	1.46	1.46
1643.15	0.56	0.56	0.03%	0.31	0.31
1641.40	-1.18	1.18	0.07%	1.40	1.40
1644.08	1.49	1.49	0.09%	2.22	2.22
1642.12	-0.47	0.47	0.03%	0.22	0.22
1642.37	-0.22	0.22	0.01%	0.05	0.05
1642.68	0.09	0.09	0.01%	0.01	0.01
1642.68	0.09	0.09	0.01%	0.01	0.01
1643.27	0.68	0.68	0.04%	0.46	0.46
1642.43	-0.16	0.16	0.01%	0.03	0.03
1641.90	-0.69	0.69	0.04%	0.47	0.47
1642.68	0.09	0.09	0.01%	0.01	0.01
1642.91	0.32	0.32	0.02%	0.11	0.11
1641.89	-0.70	0.70	0.04%	0.49	0.49
1644.11	1.52	1.52	0.09%	2.30	2.30
1642.23	-0.35	0.35	0.02%	0.13	0.13
1641.58	-1.01	1.01	0.06%	1.02	1.02
1643.32	0.73	0.73	0.04%	0.54	0.54
1643.15	0.56	0.56	0.03%	0.32	0.32
1641.79	-0.80	0.80	0.05%	0.63	0.63
1642.81	0.22	0.22	0.01%	0.05	0.05
1643.24	0.65	0.65	0.04%	0.42	0.42

	1642.32	-0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
	1642.07	-0.52	0.52	0.03%	0.27	0.27
	1642.26	-0.33	0.33	0.02%	0.11	0.11
	1641.43	-1.16	1.16	0.07%	1.34	1.34
	1643.10	0.51	0.51	0.03%	0.26	0.26
	1642.48	-0.11	0.11	0.01%	0.01	0.01
	1643.05	0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
	1642.40	-0.19	0.19	0.01%	0.04	0.04
	1642.85	0.26	0.26	0.02%	0.07	0.07
	1641.52	-1.07	1.07	0.07%	1.15	1.15
	1642.65	0.06	0.06	0.00%	0.00	0.00
	1642.91	0.33	0.33	0.02%	0.11	0.11
Total	82129.44	0.00	28.50	1.74%	27.24	27.24
Média	1642.59	0.00	0.57	0.03%	0.54	0.56
					Desvio padrão	0.75

Tabela D.9-Cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som na emulsão de 25%

$t_{35\%}$ (s)	$V_{35\%}$ (m/s)	$\frac{\partial V_{35\%}}{\partial \lambda}$	$\frac{\partial V_{35\%}}{\partial t_{35\%}}$	$\beta°$	$\Delta\lambda$	$\Delta V_{35\%}$	$\frac{\Delta V_{35\%}}{V_{35\%}}$
1,217E-05	1642,78	1,6428E+05	-1,3494E+08	0,51	0,0005	82,17	5,00%
1,218E-05	1642,18	1,6422E+05	-1,3484E+08	0,51	0,0005	82,14	5,00%
1,218E-05	1642,51	1,6425E+05	-1,3489E+08	0,51	0,0005	82,16	5,00%
1,219E-05	1641,20	1,6412E+05	-1,3468E+08	0,51	0,0005	82,10	5,00%
1,216E-05	1644,43	1,6444E+05	-1,3521E+08	0,51	0,0005	82,26	5,00%
1,218E-05	1642,49	1,6425E+05	-1,3489E+08	0,51	0,0005	82,16	5,00%
1,218E-05	1642,47	1,6425E+05	-1,3489E+08	0,51	0,0005	82,16	5,00%
1,219E-05	1641,26	1,6413E+05	-1,3469E+08	0,51	0,0005	82,10	5,00%
1,217E-05	1643,12	1,6431E+05	-1,3499E+08	0,51	0,0005	82,19	5,00%
1,217E-05	1643,26	1,6433E+05	-1,3501E+08	0,51	0,0005	82,20	5,00%
1,216E-05	1644,18	1,6442E+05	-1,3517E+08	0,51	0,0005	82,24	5,00%
1,218E-05	1642,36	1,6424E+05	-1,3487E+08	0,51	0,0005	82,15	5,00%
1,217E-05	1642,91	1,6429E+05	-1,3496E+08	0,51	0,0005	82,18	5,00%
1,217E-05	1643,01	1,6430E+05	-1,3497E+08	0,51	0,0005	82,19	5,00%
1,218E-05	1642,65	1,6426E+05	-1,3491E+08	0,51	0,0005	82,17	5,00%
1,218E-05	1642,42	1,6424E+05	-1,3488E+08	0,51	0,0005	82,16	5,00%
1,218E-05	1641,38	1,6414E+05	-1,3471E+08	0,51	0,0005	82,10	5,00%
1,217E-05	1643,15	1,6431E+05	-1,3500E+08	0,51	0,0005	82,19	5,00%
1,218E-05	1641,40	1,6414E+05	-1,3471E+08	0,51	0,0005	82,11	5,00%
1,216E-05	1644,08	1,6441E+05	-1,3515E+08	0,51	0,0005	82,24	5,00%
1,218E-05	1642,12	1,6421E+05	-1,3483E+08	0,51	0,0005	82,14	5,00%

1,218E-05	1642,37	1,6424E+05	-1,3487E+08	0,51	0,0005	82,15	5,00%
1,218E-05	1642,68	1,6427E+05	-1,3492E+08	0,51	0,0005	82,17	5,00%
1,218E-05	1642,68	1,6427E+05	-1,3492E+08	0,51	0,0005	82,17	5,00%
1,217E-05	1643,27	1,6433E+05	-1,3502E+08	0,51	0,0005	82,20	5,00%
1,218E-05	1642,43	1,6424E+05	-1,3488E+08	0,51	0,0005	82,16	5,00%
1,218E-05	1641,90	1,6419E+05	-1,3479E+08	0,51	0,0005	82,13	5,00%
1,218E-05	1642,68	1,6427E+05	-1,3492E+08	0,51	0,0005	82,17	5,00%
1,217E-05	1642,91	1,6429E+05	-1,3496E+08	0,51	0,0005	82,18	5,00%
1,218E-05	1641,89	1,6419E+05	-1,3479E+08	0,51	0,0005	82,13	5,00%
1,216E-05	1644,11	1,6441E+05	-1,3515E+08	0,51	0,0005	82,24	5,00%
1,218E-05	1642,23	1,6422E+05	-1,3485E+08	0,51	0,0005	82,15	5,00%
1,218E-05	1641,58	1,6416E+05	-1,3474E+08	0,51	0,0005	82,11	5,00%
1,217E-05	1643,32	1,6433E+05	-1,3503E+08	0,51	0,0005	82,20	5,00%
1,217E-05	1643,15	1,6432E+05	-1,3500E+08	0,51	0,0005	82,19	5,00%
1,218E-05	1641,79	1,6418E+05	-1,3477E+08	0,51	0,0005	82,12	5,00%
1,217E-05	1642,81	1,6428E+05	-1,3494E+08	0,51	0,0005	82,18	5,00%
1,217E-05	1643,24	1,6432E+05	-1,3501E+08	0,51	0,0005	82,20	5,00%
1,218E-05	1642,32	1,6423E+05	-1,3486E+08	0,51	0,0005	82,15	5,00%
1,218E-05	1642,07	1,6421E+05	-1,3482E+08	0,51	0,0005	82,14	5,00%
1,218E-05	1642,26	1,6423E+05	-1,3485E+08	0,51	0,0005	82,15	5,00%
1,218E-05	1641,43	1,6414E+05	-1,3472E+08	0,51	0,0005	82,11	5,00%
1,217E-05	1643,10	1,6431E+05	-1,3499E+08	0,51	0,0005	82,19	5,00%
1,218E-05	1642,48	1,6425E+05	-1,3489E+08	0,51	0,0005	82,16	5,00%
1,217E-05	1643,05	1,6430E+05	-1,3498E+08	0,51	0,0005	82,19	5,00%
1,218E-05	1642,40	1,6424E+05	-1,3487E+08	0,51	0,0005	82,16	5,00%
1,217E-05	1642,85	1,6428E+05	-1,3495E+08	0,51	0,0005	82,18	5,00%
1,218E-05	1641,52	1,6415E+05	-1,3473E+08	0,51	0,0005	82,11	5,00%
1,218E-05	1642,65	1,6426E+05	-1,3491E+08	0,51	0,0005	82,17	5,00%
1,217E-05	1642,91	1,6429E+05	-1,3496E+08	0,51	0,0005	82,18	5,00%

Nas Tabelas D.10 e D.11 são mostrados os resultados do tratamento estatístico e cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som na emulsão de 35%, respectivamente:

Tabela D.10- Tratamento Estatístico dos valores de velocidade do ultra-som na emulsão de 35%

Medida	*Desvio*	*Desvio absoluto*	*Desvio relativo*	*Desvio absoluto* ^{2}	*Desvio absoluto* ^{2}
1602.52	-0.26	0.26	0.02%	0.07	0.07
1603.07	0.30	0.30	0.02%	0.09	0.09
1602.61	-0.16	0.16	0.01%	0.03	0.03
1602.38	-0.40	0.40	0.02%	0.16	0.16
1602.13	-0.65	0.65	0.04%	0.43	0.43
1602.71	-0.07	0.07	0.00%	0.01	0.01
1602.57	-0.20	0.20	0.01%	0.04	0.04
1603.02	0.24	0.24	0.01%	0.06	0.06
1602.58	-0.20	0.20	0.01%	0.04	0.04
1602.74	-0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1602.34	-0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1603.28	0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1603.23	0.45	0.45	0.03%	0.20	0.20
1602.58	-0.20	0.20	0.01%	0.04	0.04
1603.00	0.22	0.22	0.01%	0.05	0.05
1602.23	-0.54	0.54	0.03%	0.30	0.30
1602.71	-0.07	0.07	0.00%	0.00	0.00
1603.21	0.44	0.44	0.03%	0.19	0.19
1602.66	-0.11	0.11	0.01%	0.01	0.01
1603.11	0.34	0.34	0.02%	0.11	0.11
1603.19	0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1603.19	0.41	0.41	0.03%	0.17	0.17
1602.46	-0.31	0.31	0.02%	0.10	0.10
1603.11	0.33	0.33	0.02%	0.11	0.11
1602.79	0.02	0.02	0.00%	0.00	0.00
1602.67	-0.11	0.11	0.01%	0.01	0.01
1602.68	-0.10	0.10	0.01%	0.01	0.01
1603.28	0.50	0.50	0.03%	0.25	0.25
1602.57	-0.21	0.21	0.01%	0.04	0.04
1603.06	0.28	0.28	0.02%	0.08	0.08
1602.56	-0.22	0.22	0.01%	0.05	0.05
1602.82	0.04	0.04	0.00%	0.00	0.00
1602.63	-0.15	0.15	0.01%	0.02	0.02
1602.59	-0.18	0.18	0.01%	0.03	0.03
1602.91	0.13	0.13	0.01%	0.02	0.02
1602.20	-0.57	0.57	0.04%	0.33	0.33

	1602.56	-0.21	0.21	0.01%	0.05	0.05
	1602.38	-0.39	0.39	0.02%	0.15	0.15
	1602.62	-0.16	0.16	0.01%	0.02	0.02
	1602.57	-0.21	0.21	0.01%	0.04	0.04
	1602.32	-0.46	0.46	0.03%	0.21	0.21
	1603.60	0.82	0.82	0.05%	0.68	0.68
	1602.65	-0.12	0.12	0.01%	0.02	0.02
	1603.04	0.27	0.27	0.02%	0.07	0.07
	1602.76	-0.01	0.01	0.00%	0.00	0.00
	1602.71	-0.07	0.07	0.00%	0.00	0.00
	1602.99	0.21	0.21	0.01%	0.04	0.04
Total	75329.62	-0.94	12.74	0.79%	4.95	4.95
Média	1602.76	-0.02	0.27	0.02%	0.11	0.11
					Desvio padrão	0.33

Tabela D.11- Cálculo de incertezas para a velocidade do ultra-som na emulsão de 35%

$t_{45\%}$ (s)	$V_{45\%}$ (m/s)	$\frac{\partial V_{45\%}}{\partial \lambda}$	$\frac{\partial V_{45\%}}{\partial t_{45\%}}$	$\beta°$	$\Delta\lambda$	$\Delta V_{45\%}$	$\frac{\Delta V_{45\%}}{V_{45\%}}$
1,872E-05	1602,52	1,0683E+05	-8,5603E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,871E-05	1603,07	1,0687E+05	-8,5662E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,872E-05	1602,61	1,0684E+05	-8,5612E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,872E-05	1602,38	1,0683E+05	-8,5588E+07	0,50	0,0005	53,43	3,33%
1,873E-05	1602,13	1,0681E+05	-8,5560E+07	0,50	0,0005	53,43	3,33%
1,872E-05	1602,71	1,0685E+05	-8,5622E+07	0,50	0,0005	53,45	3,33%
1,870E-05	1603,91	1,0693E+05	-8,5751E+07	0,50	0,0005	53,49	3,33%
1,872E-05	1602,57	1,0684E+05	-8,5608E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,871E-05	1603,02	1,0687E+05	-8,5655E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,872E-05	1602,58	1,0684E+05	-8,5609E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,872E-05	1602,74	1,0685E+05	-8,5626E+07	0,50	0,0005	53,45	3,33%
1,872E-05	1602,34	1,0682E+05	-8,5583E+07	0,50	0,0005	53,43	3,33%
1,871E-05	1603,28	1,0689E+05	-8,5683E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,871E-05	1603,23	1,0688E+05	-8,5678E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,872E-05	1602,58	1,0684E+05	-8,5608E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,871E-05	1603,00	1,0687E+05	-8,5653E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,872E-05	1602,23	1,0682E+05	-8,5572E+07	0,50	0,0005	53,43	3,33%
1,872E-05	1602,71	1,0685E+05	-8,5623E+07	0,50	0,0005	53,45	3,33%
1,871E-05	1603,21	1,0688E+05	-8,5677E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,872E-05	1602,66	1,0684E+05	-8,5618E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,871E-05	1603,11	1,0687E+05	-8,5666E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,871E-05	1603,19	1,0688E+05	-8,5674E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%

1,871E-05	1603,19	1,0688E+05	-8,5674E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,872E-05	1602,46	1,0683E+05	-8,5596E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,871E-05	1603,11	1,0687E+05	-8,5665E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,872E-05	1602,79	1,0685E+05	-8,5632E+07	0,50	0,0005	53,45	3,33%
1,872E-05	1602,67	1,0684E+05	-8,5618E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,872E-05	1602,68	1,0685E+05	-8,5619E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,871E-05	1603,28	1,0689E+05	-8,5683E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,871E-05	1603,82	1,0692E+05	-8,5741E+07	0,50	0,0005	53,48	3,33%
1,872E-05	1602,57	1,0684E+05	-8,5607E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,871E-05	1603,06	1,0687E+05	-8,5660E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,872E-05	1602,56	1,0684E+05	-8,5606E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,872E-05	1602,82	1,0685E+05	-8,5634E+07	0,50	0,0005	53,45	3,33%
1,872E-05	1602,63	1,0684E+05	-8,5614E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,872E-05	1602,59	1,0684E+05	-8,5610E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,872E-05	1602,91	1,0686E+05	-8,5644E+07	0,50	0,0005	53,45	3,33%
1,872E-05	1602,20	1,0681E+05	-8,5568E+07	0,50	0,0005	53,43	3,33%
1,872E-05	1602,56	1,0684E+05	-8,5607E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,872E-05	1602,38	1,0683E+05	-8,5588E+07	0,50	0,0005	53,43	3,33%
1,871E-05	1603,72	1,0691E+05	-8,5730E+07	0,50	0,0005	53,48	3,33%
1,872E-05	1602,62	1,0684E+05	-8,5613E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,872E-05	1602,57	1,0684E+05	-8,5608E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,872E-05	1602,32	1,0682E+05	-8,5581E+07	0,50	0,0005	53,43	3,33%
1,871E-05	1603,60	1,0691E+05	-8,5718E+07	0,50	0,0005	53,48	3,33%
1,872E-05	1602,65	1,0684E+05	-8,5617E+07	0,50	0,0005	53,44	3,33%
1,871E-05	1603,04	1,0687E+05	-8,5658E+07	0,50	0,0005	53,46	3,33%
1,872E-05	1602,76	1,0685E+05	-8,5628E+07	0,50	0,0005	53,45	3,33%
1,872E-05	1602,71	1,0685E+05	-8,5623E+07	0,50	0,0005	53,45	3,33%
1,872E-05	1602,99	1,0687E+05	-8,5652E+07	0,50	0,0005	53,45	3,33%

Na Tabela D.12 são mostrados os dados para cálculo da camada de água nos testes com ar e água. A camada de água foi monitorada com função do tempo:

Tabela D.12-Cálculo da espessura de camada de água em função do tempo

t_{total} (μs)	A	t_{aq} (μs)	e (mm)	t (μs)
141.13	6.37E-01	134.87	97.22	28.10
141.15	6.46E-01	134.89	97.24	28.61
141.15	6.44E-01	134.89	97.24	28.61
141.14	6.46E-01	134.88	97.23	28.61
141.15	6.44E-01	134.89	97.24	28.61
141.15	6.49E-01	134.89	97.24	28.61
141.14	6.51E-01	134.88	97.23	28.64
141.14	6.51E-01	134.88	97.23	28.64
141.14	6.46E-01	134.88	97.23	28.64
141.14	6.45E-01	134.88	97.23	28.64
141.14	6.49E-01	134.88	97.23	28.64
141.14	6.42E-01	134.88	97.23	28.65
141.14	6.49E-01	134.88	97.23	28.65
141.14	6.47E-01	134.88	97.23	28.65
141.15	6.49E-01	134.89	97.24	28.65
141.15	6.48E-01	134.89	97.24	28.66
141.14	6.47E-01	134.88	97.23	28.66
141.14	6.47E-01	134.88	97.23	28.66
141.14	6.44E-01	134.88	97.23	28.66
141.14	6.44E-01	134.88	97.23	28.67
141.15	6.46E-01	134.89	97.23	28.67
141.14	6.44E-01	134.88	97.23	28.67
141.14	6.47E-01	134.88	97.23	28.67
141.14	6.47E-01	134.88	97.23	28.68
141.13	6.46E-01	134.87	97.23	28.68
141.13	6.47E-01	134.87	97.22	28.68
141.13	6.45E-01	134.87	97.22	28.68
141.13	6.49E-01	134.87	97.22	28.69
141.13	6.45E-01	134.87	97.22	28.69
141.13	6.47E-01	134.87	97.22	28.69
141.12	6.43E-01	134.86	97.21	28.69
141.11	6.42E-01	134.85	97.21	28.70
141.11	6.43E-01	134.85	97.21	28.70
141.11	6.44E-01	134.85	97.21	28.70
141.11	6.48E-01	134.85	97.21	28.70
141.10	6.43E-01	134.84	97.20	28.71
141.10	6.42E-01	134.84	97.20	28.71

141.09	6.36E-01	134.83	97.20	28.71
141.11	6.42E-01	134.85	97.21	28.71
141.10	6.42E-01	134.84	97.20	28.71
141.10	6.43E-01	134.84	97.20	28.72
141.10	6.40E-01	134.84	97.20	28.72
141.10	6.42E-01	134.84	97.20	28.72
141.10	6.41E-01	134.84	97.20	28.72
141.08	6.29E-01	134.82	97.19	28.73
141.09	6.44E-01	134.83	97.20	28.73
141.09	6.44E-01	134.83	97.20	28.73
141.09	6.40E-01	134.83	97.19	28.73
141.09	6.45E-01	134.83	97.19	28.74
141.09	6.44E-01	134.83	97.19	28.74
141.09	6.43E-01	134.83	97.19	28.74
141.08	6.37E-01	134.82	97.19	28.74
141.09	6.45E-01	134.83	97.20	28.75
141.09	6.41E-01	134.83	97.19	28.75
141.08	6.33E-01	134.82	97.18	28.75
141.08	6.42E-01	134.82	97.19	28.75
141.09	6.46E-01	134.83	97.19	28.76
141.08	6.41E-01	134.82	97.18	28.76
141.08	6.43E-01	134.82	97.19	28.76
141.07	6.39E-01	134.81	97.18	28.76
141.06	6.27E-01	134.80	97.17	28.77
141.07	6.40E-01	134.81	97.18	28.77
141.07	6.40E-01	134.81	97.18	28.77
141.07	6.40E-01	134.81	97.18	28.78
141.07	6.38E-01	134.81	97.18	28.78
141.06	6.32E-01	134.80	97.18	28.78
141.06	6.34E-01	134.80	97.18	28.79
141.06	6.33E-01	134.80	97.17	28.79
141.06	6.42E-01	134.80	97.18	28.79
141.06	6.39E-01	134.80	97.18	28.80
141.06	6.38E-01	134.80	97.17	28.80
141.07	6.45E-01	134.81	97.18	28.80
141.06	6.41E-01	134.80	97.17	28.80
141.06	6.40E-01	134.80	97.17	28.81
141.05	6.38E-01	134.79	97.17	28.81
141.05	6.40E-01	134.79	97.17	28.81
141.06	6.40E-01	134.80	97.17	28.81
141.06	6.41E-01	134.80	97.17	28.82

141.06	6.42E-01	134.80	97.17	28.82
141.05	6.39E-01	134.79	97.17	28.82
140.10	6.38E-01	133.84	96.48	28.83
138.84	5.71E-01	132.58	95.58	28.83
138.24	6.48E-01	131.98	95.14	28.83
136.73	6.54E-01	130.47	94.05	28.83
134.66	6.00E-01	128.40	92.56	28.84
132.29	6.19E-01	126.03	90.85	28.84
129.75	6.53E-01	123.49	89.02	28.84
127.09	5.70E-01	120.83	87.11	28.84
124.33	6.56E-01	118.07	85.11	28.85
121.56	6.91E-01	115.30	83.11	28.85
118.83	6.48E-01	112.57	81.15	28.85
116.13	6.60E-01	109.87	79.20	28.86
113.38	6.52E-01	107.12	77.22	28.86
110.64	6.20E-01	104.38	75.25	28.86
107.97	6.30E-01	101.71	73.32	28.86
105.25	6.29E-01	98.99	71.36	28.87
102.57	6.23E-01	96.31	69.42	28.87
99.88	6.17E-01	93.62	67.49	28.87
97.10	6.22E-01	90.84	65.48	28.88
94.39	6.32E-01	88.13	63.53	28.88