



# MANUAL

---

## MEDIDOR ULTRASSÔNICO

---

POR TEMPO DE TRÂNSITO  
FIXO MODELO ERF  
ULTRAFIXO



[www.erflow.com.br](http://www.erflow.com.br)

contato@erflow.com.br (11) 91586-3688

E.R.Flow Calibração e Manutenção Ltda

R. Argentina, 54 - Centro, Diadema - SP, 09921-050

# MANUAL MODELO ERF ULTRAFIXO

<b>1.0 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>p.1</b>
1.1 prefÁcio .....	p.1
1.2 caracterÍsticas .....	p.1 1.3
princíprio de medição de vazão .....	p.1 1.4
identificaÇão das partes .....	p.2 1.5
aplicaÇões .....	p.4 1.6
inteGridade de dados e cronometrador incorporado .....	p.4 1.7
identificaÇão do produto .....	p.4 1.8
dados tÉcnicos .....	p.5
<b>2.0 MEDIÇÃO .....</b>	<b>p.6</b>
2.1 enerGiZaÇão.....	p.6
2.2 teclado .....	p.6
2.3 Janelas de menu .....	p.7
2.4 lista de Janelas de menu .....	p.7
2.5 passos para configuraçao parâmetros .....	p.8
2.6 localizaÇão da montagem de transdutores .....	p.9
2.7 instalaÇão dos transdutores .....	p.10
2.7.1 espaçamento dos transdutores .....	p.10
2.7.2 método y de instalação .....	p.10
2.7.3 método Z de instalação .....	p.10
2.7.4 método w de instalação .....	p.10
2.8 testes na instalaÇão .....	p.11
2.8.1 intensidade do sinal .....	p.11
2.8.2 qualidade do sinal .....	p.11
2.8.3 tempo de trânsito total e tempo delta .....	p.11
2.8.4 relaÇão de tempo de trânsito .....	p.11
<b>3.0 COMO VERIFICAR E CONFIGURAR .....</b>	<b>p.12</b>
3.1 como verificar que o instrumento funciona corretamente .....	p.12
3.2 como verificar o sentido do fluxo de líquido .....	p.12
3.3 como alterar as unidades nas leituras.....	p.12
3.4 como selecionar uma vazão .....	p.12
3.5 como usar o totalizador multiplicador .....	p.12
3.6 como ajustar as funções do totalizador .....	p.12
3.7 como rearmar os totalizadores .....	p.12
3.8 como restabelecer os valores padrão de fábrica .....	p.12
3.9 como usar o amortecedor para estabilizar a vazão .....	p.12
3.10 como usar a função de interrupção zero .....	p.13
3.11 como ajustar um ponto zero .....	p.13
3.12 como alterar o fator de escala de vazão.....	p.13
3.13 como ajustar e bloquear a senha .....	p.13
3.14 como usar o registrador de dados incorporado .....	p.13
3.15 como usar a saída de frequência .....	p.13
3.16 como usar a saída de pulsos do totalizador .....	p.14
3.17 como produzir um sinal de alarme .....	p.14
3.18 como usar o alarme sonoro incorporado .....	p.14
3.19 como usar a saída de pulsos em coletor aberto (oct) .....	p.14
3.20 como ajustar o calendário incorporado.....	p.14
3.21 como ajustar o contraste do display lcd .....	p.14
3.22 como usar o interface serial rs232 .....	p.15
3.23 como visualizar os totalizadores .....	p.15
3.24 como usar o timer de funcionamento .....	p.15
3.25 como usar o totalizador manual .....	p.15
3.26 como verificar o número de série .....	p.15
3.27 como verificar a vida da bateria.....	p.15
3.28 como carregar a bateria .....	p.15

<b>4.0 DETALHES DAS JANELAS DO MENU .....</b>	<b>p.16</b>
<b>5.0 SOLUÇÃO DE PROBLEMAS .....</b>	<b>p.21</b>
5.1 erros na enerGiZaÇão .....	p.21
5.2 erros no estado de funcionamento .....	p.21
5.3 outros problemas e soluÇÕes .....	p.22
<b>6.0 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÕES .....</b>	<b>p.22</b>
6.1 esquema dos pinos do conector rs232 .....	p.22
6.2 protocolo de comunicaÇÕes .....	p.23
6.2.1 comandos básicos .....	p.23
6.2.2 Uso dos prefixos dos protocolos .....	p.24
6.3 o comando m e os cÓdiGos ascii .....	p.25
<b>7.0 GARANTIA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA .....</b>	<b>p.26</b>
7.1 Garantia .....	p.26
7.2.1 assistÊncia tÉcnica .....	p.26
<b>8.0 APÊNDICE.....</b>	<b>p.26</b>
8.1 manutenÇão e troca da bateria .....	p.26
8.2 tabelas de tamanho de tubo .....	p.27
8.2.1 tabelas de tamanho de tubo padrão de cobre .....	p.27
8.2.2 tabelas de tamanho de tubo padrão de pvc .....	p.27
8.2.3 tabelas de tamanho de tubo padrão de aço .....	p.28
8.2.4 tabelas de tamanho de tubo padrão de ferro fundido .....	p.29
8.2.5 tabelas de tamanho de tubo padrão de ferro dúctil .....	p.35
8.3 tabelas de velocidade do som.....	p.36
8.3.1 dados de velocidade do som de sólidos .....	p.37
8.3.2 velocidade do som na água .....	p.37
8.3.3 velocidade do som em líquidos .....	p.38
	p.39

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 PREFÁCIO

O medidor de vazão ultrassônico não intrusivo (Clamp-on) foi desenvolvido para medição de líquidos. A instalação é simples e fácil de ser realizada, sem a necessidade de parar o fluxo, seccionar ou furar a tubulação para a sua instalação e pode ser aplicado em tubulações de DN15 a DN6000 (1/2" a 240").

O princípio de tecnologia aplicado é o de tempo de trânsito onde dois transdutores que são acoplados na parede externa do tubo emitem e recebem pulsos de ultrassom. O tempo de trajeto destes pulsos são analisados por um circuito eletrônico microprocessado que efetuará o cálculo da vazão instantânea.

Este medidor de vazão ultrassônico fixo, pode ser alimentado com 8 a 36Vdc ou 85 a 264Vac, também possui sinal de saída 4 a 20mA, Relé, Pulso RS485. Opcional cartão SD (até 2 GB), além de poder ser instalado em parede e/ou trilho DIN.

## 1.2 CARACTERÍSTICAS

- $\pm 0,5\%$  de linearidade
- $\pm 0,2\%$  de repetibilidade
- $\pm 1\%$  de precisão em velocidade acima de 0,6 pé/s.
- $\pm 0,5\%$  quando houver calibração no local disponível
- medição bidirecional
- 4 totalizadores de fluxo
- Tecnologia de transmissão de baixa tensão patenteada
- ampla gama de tamanhos de tubos;
- 100 picosegundos de resolução na medição de tempo
- 0,5 segundo de período de totalização
- registrador de dados incorporado
- transdutor "clamp-on". de fácil instalação e manutenção
- leve, portátil. unidade principal 1,2 lb.
- apto também para uso em instalação de longo prazo.

## 1.3 PRINCÍPIO DE MEDIÇÃO DE VAZÃO

Este medidor de vazão ultrassônico é projetado para medir a velocidade de um líquido dentro de um conduto fechado. ele utiliza a conhecida tecnologia do tempo de trânsito. os transdutores são do tipo "clamp-on", de contato externo. Eles não bloqueiam o fluxo, portanto não há perda de carga. São de fácil instalação e remoção.

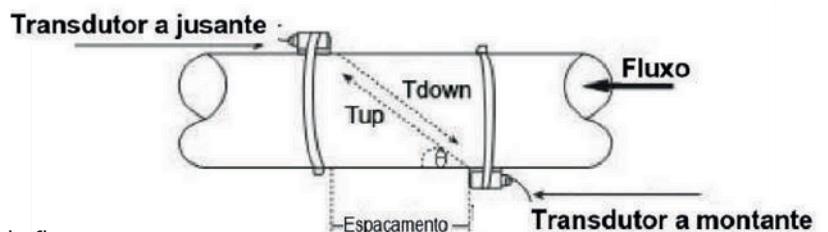
o medidor de vazão ultrassônico utiliza um par de transdutores que funcionam como transmissor e receptor ultrassônicos. Os transdutores são fixados no lado de fora de um tubo fechado a uma distância específica entre si. os transdutores podem ser montados no método v onde o som atravessa duas vezes o tubo, ou o método w, onde o som atravessa o tubo quatro

vezes, ou no método Z onde os transdutores são montados em lados opostos do tubo e o som atravessa o tubo uma vez. a seleção dos métodos de montagem depende das características do tubo e do líquido.

O medidor de vazão ultrassônico opera transmitindo e recebendo alternadamente uma rajada de energia acústica de frequência modulada entre dois transdutores e medindo o tempo de trânsito que leva o som para se deslocar entre os dois transdutores. A diferença no tempo de trânsito medida está direta e exatamente relacionada à velocidade do líquido no tubo, como mostra a figura a seguir.

Figura 1: princípio de medição de vazão de tempo de trânsito

$$V = \frac{MD}{\sin 2\theta} \times \frac{\Delta T}{T_{up} + T_{down}}$$

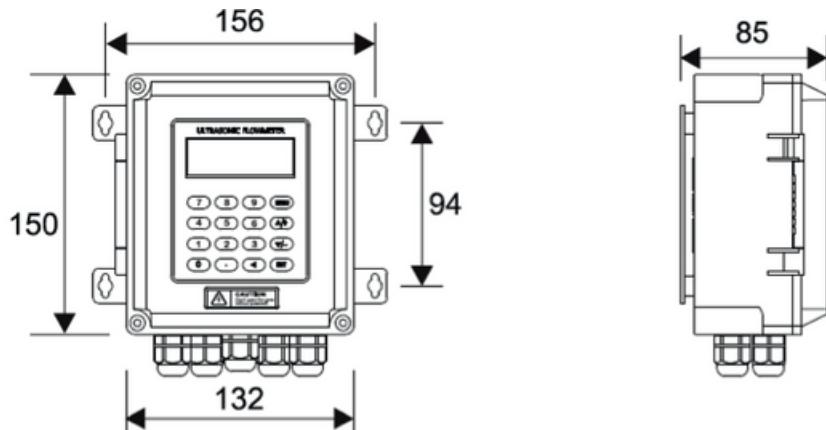


onde

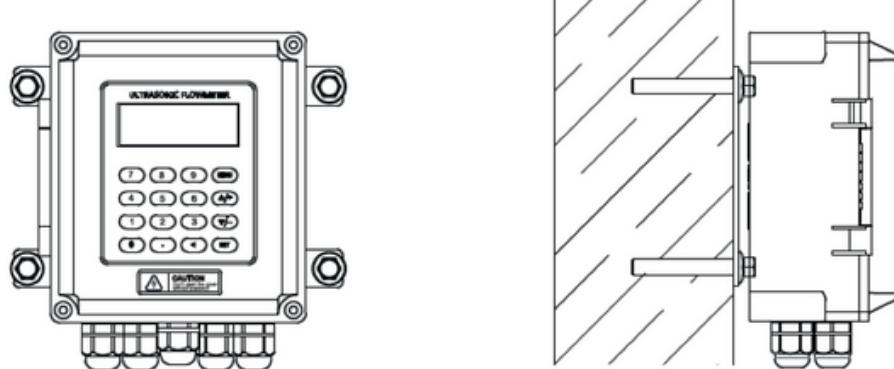
- $\theta$  é o ângulo entre o percurso do som e a direção do fluxo
- $M$  é o número de vezes que o som atravessa o fluxo
- $d$  é o diâmetro do tubo
- $T_{up}$  é o tempo que leva o feixe percorrendo do transdutor a montante até o transdutor a jusante.
- $T_{down}$  é o tempo que leva o feixe percorrendo do transdutor a jusante até o transdutor a montante.
- $\Delta T = T_{up} - T_{down}$

#### 1.4 IDENTIFICAÇÃO DAS PARTES

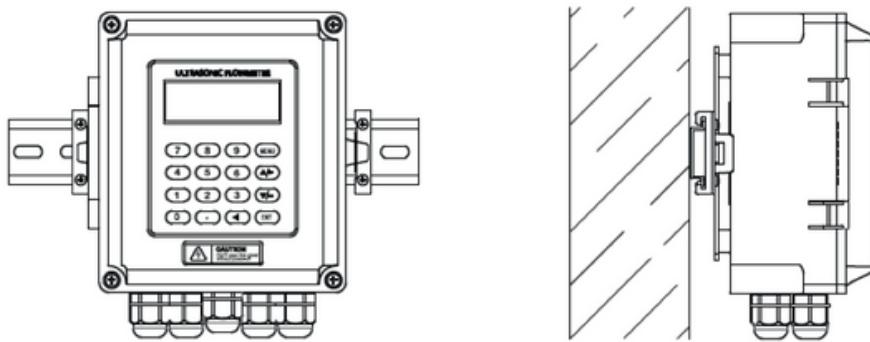
- MODELO ERF ULTRAFIXO - INSTRUÇÃO DE INSTALAÇÃO



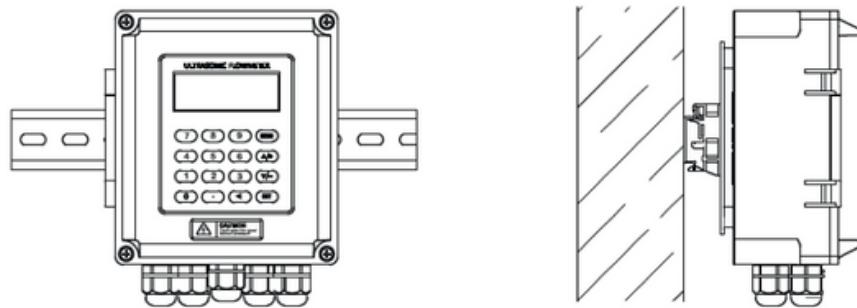
- Montagem em parede: alterar posição do fixador e utilizar 4 parafusos - 6mm



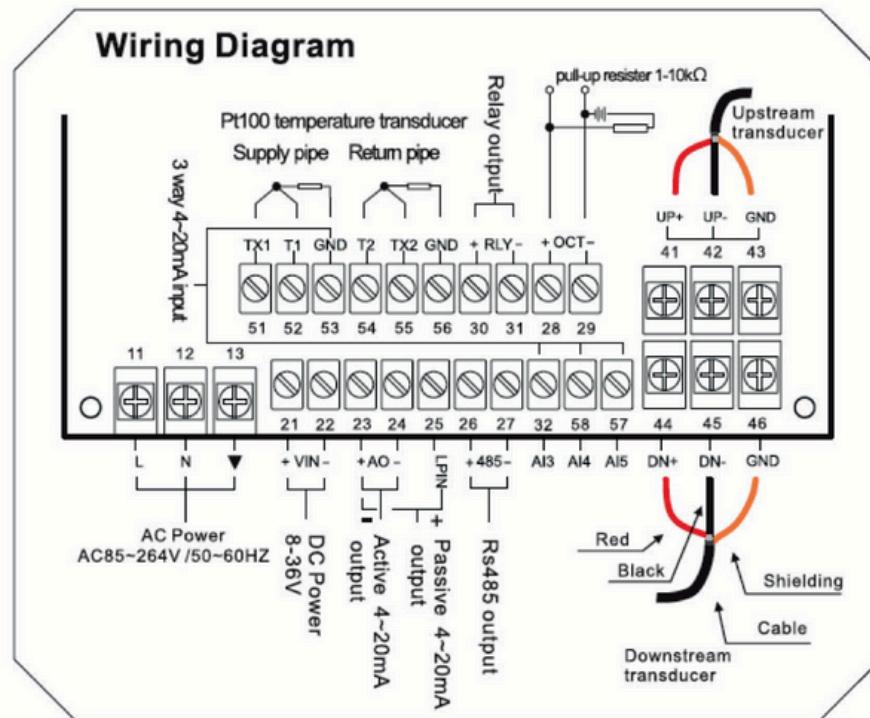
- Montagem em trilho DIN : Utilizando grampos de fixação



- Montagem em trilho DIN: Utilizar fixadores fornecidos com o equipamento



- Modelo ERF ULTRAFIXO - diagrama elétrico



## TRANSDUTORES NÃO INTRUSIVOS (CLAMP-ON)

- Grau de proteção: ip-68
- range de medição: dn15 a dn6000
- transdutores para temperaturas até +160°C



### Clamp-on

ts-2 - dn15 a dn100 - (-30°C a 90°C)

tm-1 - dn50 a dn700 - (-30°C a 90°C)

tl-1 - dn300 a dn6000 - (-30°C a 90°C)

## 1.5 APLICAÇÕES

O medidor de vazão ultrassônico pode ser aplicado em uma ampla gama de medições de vazão em tubos. O tamanho do tubo varia em 0.5"-240" (15 mm-6000 mm). Pode ser adaptada uma variedade de aplicações de líquidos: líquidos ultra puros, água potável, óleo, produtos químicos, esgoto sem tratamento, água recuperada, água de resfriamento, água de rio, água do mar, efluentes de fábricas, etc. Como os transdutores são de contato externo e não possuem partes móveis, o medidor de vazão não será afetado pela pressão do fluxo ou pelas propriedades dos líquidos. Os transdutores padrão são indicados para 160 °C. Podem ser fornecidos para temperaturas mais elevadas. Para mais informações, consulte o fabricante procurando orientação.

## 1.6 INTEGRIDADE DE DADOS E CRONOMETRADOR INCORPORADO

Todos os valores introduzidos pelo usuário são armazenados em uma memória flash não volátil incorporada que pode reter os dados por mais de 100 anos, mesmo se a energia faltar ou for desligada. É provida proteção de senha para evitar alterações de configuração ou rearames do totalizador por descuido.

Um cronometrador é integrado no medidor de vazão. Ele funciona como base de tempo para a totalização de vazão. O cronometrador permanece operando assim que a tensão nos terminais da bateria estiver acima de 1,5 V. No caso de falha da bateria, o cronometrador não continuará funcionando e os dados de tempo serão perdidos. O usuário deve introduzir novamente os valores de tempo depois de solucionada a falha da bateria. Valores incorretos de tempo afetarão os totalizadores, bem como muitas outras funções

## 1.7 IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

Cada conjunto da série do medidor de vazão ultrassônico possui um número de identificação exclusivo ou ESN gravado no software que só pode ser modificado pelo fabricante com uma ferramenta especial. Em caso de qualquer falha no hardware, forneça esse número que está localizado na janela de menu ao contatar o fabricante.

## 1.8 DADOS TÉCNICOS

itens		performance e parâmetro
Conversor	princípio	medidor de vazão por tempo de transito
	precisão	±1%
	display	LCD 2 x 20 com backligth
	sinal de saída	1 saída pulso oct (largura do pulso 1000ms - padrão 200ms) 1 saída 4 a 20ma - precisão de 0.1% 1 saída relé
	entradas	3 entradas 4 a 20ma, precisão 0,1% para aquisição de sinal de temperatura, pressão e nível entrada pt100
	interface	serial rs485
cabos	Cabo de interligação entre conversor e transdutor padrão 10 metros (máximo 50 metros), cabo RS485 até 1000 metros de compr.	
condição de instalação	material tubulação Aço carbono, aço inox, ferro fundido, cobre, PVC, alumínio, fibra de vidro, tubos de cimento, etc. diâmetro tubulação dn15 a 6000 (1/2" a 240") trecho-reto 10 X o diâmetro da tubulação na montante e 5 x o diâmetro na jusante ou 30 x diâmetro a partir de bomba	
características do líquido	líquidos	líquidos que podem transmitir onda sonora como: Água tratada, água gelada, água quente, água do mar, esgoto com pouco particulado sólido, óleo combustível e lubrificante, produtos químicos, alimentícios e farmacêuticos, etc.
	temperatura	-30° c a +90°c (opcional até +160°c)
	turbidez	< 1000 ppm e sem bolhas
	range medição	0 ± 30 m/s
condições ambiente	temperatura	-20°c a +60°c (conversor)
	umidade	Medidor: 85% Umidade Relativa - Transdutor: IP-68 (≤ 2metros submersão)
alimentação	8 a 36vdc ou 85 a 264vac	
consumo	1.5 w	
invólucro	alumínio	
dimensões	132 x 150 x 85 mm (unidade eletrônica)	

tipo	Especificação	modelo	Diâmetro da Tubulação	temperatura	dimensão
Clamp-on	pequeno	ts-2	dn15 a dn100	-30°C a 90°C	45 X 25 X 32 mm
	médio	tm-1	dn50 a dn700	-30°C a 90°C	64 x 39 x 44 mm
	Grande	tl-1	dn300 a dn6000	-30°C a 90°C	97 x 54 x 53 mm
clamp-on alta temperatura	pequeno	ts-2 ht	dn15 a dn100	-30°C a 160°C	45 x 25 x 32 mm
	médio	tm-1 ht	dn50 a dn700	-30°C a 160°C	64 x 39 x 44 mm
	Grande	tl-1 ht	dn300 a dn6000	-30°C a 160°C	97 x 54 x 53 mm

## 2.0 MEDAÇÃO

### 2.1 ENERGIZAÇÃO

Uma vez que o medidor de vazão estiver ligado, ele executará um programa de diagnóstico automático, verificando primeiro a integridade do hardware e depois a do software. Se houver alguma anormalidade, serão exibidas as correspondentes mensagens de erro.

Geralmente, não deveria haver exibição de mensagens de erro, e o medidor de vazão passará para a Janela de Menu Nº 01 (abrevia-se M01) para exhibir Velocidade, Vazão, Totalizador Positivo, Intensidade do sinal e Qualidade de Sinal, com base nos parâmetros de tubo configurados na última vez pelo usuário ou pelo programa inicial.

O programa de medição de vazão sempre opera no segundo plano da interface de usuário.

Isto significa que a medição de vazão continuará funcionando independente de qualquer navegação ou visualização de janela de menu pelo usuário. Somente quando o usuário introduzir novos parâmetros do tubo, o medidor de vazão irá alterar a medição para adaptar-se às novas alterações de parâmetros.

Quando forem introduzidos novos parâmetros do tubo ou quando a alimentação for ligada, o medidor de vazão entrará no modo de ajuste automático para ajustar o ganho dos circuitos receptores de maneira que a intensidade do sinal esteja dentro de uma faixa adequada.

Neste estágio, o medidor de vazão procura encontrar os melhores sinais de recepção. O usuário irá ver o andamento pelo número 1, 2, ou 3, no canto inferior direito do display LCD.

Quando o usuário ajustar a posição dos transdutores instalados, o medidor de vazão irá reajustar automaticamente o ganho do sinal.

Qualquer configuração introduzida pelo usuário será armazenada na memória não volátil NVRAM, até que seja modificada pelo usuário.

### 2.2 TECLADO

O teclado do medidor de vazão possui 16

As teclas **0 ~ .** são teclas para digitar números.

A tecla **▲/▼** é a tecla para SUBIR quando o usuário deseja ir para a janela de menu mais alta. Funciona também como tecla "+" ao digitar números.

A tecla **▼/▲** é a tecla para DESCER quando o usuário deseja ir para a janela de menu mais baixa. Funciona também como tecla "-" ao digitar números.

A tecla **◀** é a tecla de retrocesso (backspace) quando o usuário quiser ir para a esquerda ou apagar o caractere à esquerda, localizado à esquerda do cursor.

A tecla **ENT** é a tecla ENTER para quaisquer entradas ou seleções.

A tecla **MENU** é a tecla para saltar diretamente para uma janela de menu. Toda vez que o usuário quiser prosseguir para uma janela de menu determinada, o usuário pode pressionar esta tecla seguida de um número de 2 dígitos.

A tecla **MENU** doravante abreviada como tecla 'M' ao referir-se a janelas de menu.



## 2.3 JANELAS DE MENU

A interface de usuário deste medidor de vazão comprehende aproximadamente 100 janelas de menu numeradas como M00, M01, M02 ... M99.

Há dois métodos para entrar em uma janela de menu determinada:

(1) Saltar diretamente. O usuário pode pressionar a tecla **MENU** seguida de um número de 2 dígitos. Por exemplo, a janela de menu M11 é para ajustar o diâmetro externo do tubo. Ao pressionar **MENU 1 1** a janela de menu M11 será exibida imediatamente.

(2) Pressionar a tecla **▲/+** ou **▼/-**. Cada vez apertar a tecla **▲/+** será conduzido à janela de menu com número inferior. Por exemplo, se a janela atual estiver em M12, o display irá para a janela M11 depois que tecla **▲/+** for pressionada uma vez.

Há três tipos diferentes de janelas de menu:

(1) Janelas de menu para digitar números, p.ex., M11 para ajustar o diâmetro externo do tubo.

(2) Janelas de menu para selecionar opções p.ex., M14 para a seleção dos materiais do tubo.

(3) Janelas de exibição de resultados, p.ex., janela M00 para exibir Velocidade, Vazão, etc.

Para as janelas de digitar números, o usuário pode diretamente pressionar as teclas de dígitos se quiser modificar o valor. Por exemplo, se a janela atual estiver em M11, e o usuário quiser introduzir 219.2345 como o diâmetro externo do tubo, nesse caso devem ser pressionadas as teclas: 2 1 9 **•** 2 3 4 5 ENT.

2 1 9 **•** 2 3 4 5 ENT

Para as janelas de selecionar opções, o usuário primeiro deve pressionar a tecla ENT para entrar no modo de seleção de opções. depois, usar as teclas **▲/+**, **▼/-**, ou a tecla de dígitos para selecionar a opção certa. consequentemente, pressione a tecla ent para efetuar a seleção.

Por exemplo, vamos supor que o material do seu tubo seja aço inox e que você esteja nesse momento na janela de menu M14 que é para a seleção dos materiais do tubo (se você estiver em uma janela diferente, você precisa primeiro pressionar MENU 1 4 para entrar na janela M14. Você precisa pressionar a tecla ENT para entrar no modo de seleção de opções.

Depois, pressione as teclas **▲/+** e **▼/-** para colocar o cursor na linha que exibe "1. Stainless Steel", ou pressionar diretamente a tecla 1 . No final, pressione mais uma vez ENT para efetuar a seleção.

Geralmente, a tecla ent deve ser pressionada para entrar no modo de seleção de opções para modificar as opções. Se a mensagem "Locked M47 Open" for indicada na linha mais baixa do display LCD, significa que a operação de modificação está bloqueada. Nesses casos, o usuário deve ir até m47 para ter o instrumento desbloqueado antes de ser efetuada qualquer modificação posterior.

## 2.4 LISTA DE JANELAS DE MENU

Janelas M00-M09 para a exibição da vazão instantânea, valor líquido do totalizador, valor positivo do totalizador, valor negativo do totalizador, velocidade de fluxo instantânea, dados da hora, tensão da bateria e horas de trabalho estimadas para a bateria.

Janelas M10-M29 para introduzir parâmetros do sistema, tais como diâmetro externo do tubo, espessura da parede do tubo, tipo de líquido, tipo/modelo de transdutor, método de instalação dos transdutores, etc. O espaçamento na instalação dos transdutores também é exibido em uma das janelas.

As janelas M30-M38 para seleção da unidade de vazão e configuração do totalizador. O usuário pode usar estas janelas para selecionar a unidade de vazão, tais como metro cúbico ou litro, bem como ligar/desligar o totalizador, ou zerar os totalizadores.

As janelas M40-M49 para ajustar o tempo de resposta, zerar/calibrar o sistema e trocar a senha.

As janelas M50-M53 para configurar o registrador incorporado.

As teclas M60-M78 para configurar o cronometrador e exibir a versão de software, número de série do sistema ESN e alarmes.

A janela M82 para visualizar dados do totalizador.

As janelas M90-M94 para exibir dados de diagnóstico. Esses dados são muito úteis ao efetuar uma medição mais precisa. M97-M99 não são janelas, mas sim comandos para saída de cópia de janela e saída de parâmetros do tubo.

As janelas M+0-M+8 para algumas funções adicionais, incluindo uma calculadora científica, exibição do tempo de funcionamento total, e exibição da hora e da vazão quando o aparelho for ligado e desligado.

Outras janelas de menu tais como a M88 não tem funções, ou as funções foram canceladas porque elas não são aplicadas a esta versão do software.

O principal motivo pelo qual as janelas de menu estão arranjadas na maneira acima é fazer esta versão compatível com as versões anteriores. Isto facilitará a vida dos usuários das versões anteriores.

## 2.5 PASSOS PARA CONFIGURAR PARÂMETROS

Para fazer funcionar corretamente o medidor de vazão de mão, o usuário deve observar os seguintes passos para configurar os parâmetros do sistema:

1. Tamanho do tubo e espessura da parede do tubo.
2. Para o tubo padrão, consulte o Apêndice 8.2 para os dados de diâmetro externo e espessura da parede. Para o tubo não padrão, o usuário tem que medir esses dois parâmetros.
3. Materiais do tubo

Para o material do tubo não padrão, a velocidade do som do material deve ser introduzida. Consulte o Apêndice 8.3 para dados de velocidade do som.

4. Para materiais de tubo padrão e líquidos padrão, os valores da velocidade do som já foram programados no medidor de vazão, portanto não é necessário introduzi-los novamente.
5. Material de revestimento, sua velocidade do som e espessura do revestimento, se houver revestimento.
6. Tipo de líquido (para líquido não padrão, a velocidade do som no líquido deve ser introduzida).
7. Tipo de transdutor.
8. Métodos de montagem dos transdutores (o método V e o método Z são os métodos comuns)
9. Verifique a distância dos transdutores exibida no display M25 e instale os transdutores adequadamente.

Exemplo: Para materiais padrão (usados comumente) de tubos e líquidos padrão (medidos comumente) os passos da configuração de parâmetro são os seguintes.

- (1) Pressione as teclas MENU 1 1 para entrar na janela M11. Introduza o diâmetro externo através do teclado e pressione a tecla ENT.
- (2) Pressione a tecla ▶/- para entrar na janela M12. Introduza a espessura do tubo através do teclado e pressione a tecla ENT.
- (3) Pressione a tecla ▶/- para entrar na janela M14. Pressione a tecla ENT para entrar no modo de seleção de opções. Use as teclas ▲/+ e ▼/- para percorrer para cima e para baixo até o material do tubo correto e depois pressione a tecla ENT.
- (4) Pressione a tecla ▶/- para entrar na janela M16. Pressione a tecla ENT para entrar no modo de seleção de opções. Use as teclas ▲/+ e ▼/- para percorrer para cima e para baixo até o material de revestimento correto e depois pressione a tecla ENT. Selecione "No Liner", se não houver revestimento.
- (5) Pressione a tecla ▶/- para entrar na janela M20. Pressione a tecla ENT para entrar no modo de seleção de opções. Use as teclas ▲/+ e ▼/- para percorrer para cima e para baixo até o líquido correto, e depois pressione a tecla ENT.
- (6) Pressione a tecla ▶/- para entrar na janela M23. Pressione a tecla ENT para entrar no modo de seleção de opções. Use as teclas ▲/+ e ▼/- para percorrer para cima e para baixo até o tipo de transdutor correto e depois pressione a tecla ENT .
- (7) Pressione a tecla ▶/- para entrar na janela M24. Pressione a tecla ENT para entrar no modo de seleção de opções. Use as teclas ▲/+ e ▼/- para percorrer para cima e para baixo até o método de montagem de transdutor correto e depois pressione a tecla ENT.
- (8) Pressione a tecla ▶/- para entrar na janela M25. A distância de instalação dos transdutores será exibida na janela. Com base nessa distância, instale agora os transdutores no tubo. Depois de concluída a instalação, pressione ENT para ir até a janela M01 para verificar se o resultado da medição é bom.

Os usuários não experientes podem precisar de mais tempo para se familiarizar com a operação. Contudo, a interface amigável do instrumento torna a operação muito fácil e simples. Logo você descobrirá que é muito rápido configurar o instrumento apertando poucas teclas, pois a interface permite ao usuário ir diretamente até a operação desejada sem passos adicionais.

As seguintes dicas facilitarão a operação deste instrumento.

- (1) Quando a janela atual for entre M00 e M09, pressionando uma tecla de número x entraremos diretamente na janela M0x. Por exemplo, se a janela atual for M01, pressionar 7 nos leva até M07.

- (2) Quando a janela atual for entre M00 e M09, pressionar ENT nos levará até a janela M90 para exibir dados de diagnóstico. Pressione ENT mais uma vez para retornar à janela anterior. Pressione a tecla ▶ para ir até a janela M11. Quando a janela atual for M25, pressionar ENT nos levará até a janela M01.

## 2.6 LOCALIZAÇÃO DA MONTAGEM DE TRANSDUTORES

O primeiro passo no processo de instalação é selecionar uma localização ideal para instalar os transdutores a fim de fazer a medição confiável e precisa. Seria recomendável ter conhecimentos básicos sobre a tubulação e seu sistema de encanamento.

Uma localização ideal seria definida como uma tubulação longa reta cheia do líquido que deve ser medido. A tubulação pode estar na posição vertical ou horizontal. A tabela a seguir mostra exemplos de localizações ideais.

princípios para selecionar uma localização ideal.

1.O tubo reto deve ser comprido o suficiente para eliminar erros induzidos por fluxo irregular. Tipicamente, o comprimento do tubo reto deve ser 15 vezes o diâmetro do tubo. quanto mais comprido melhor. os transdutores devem ser instalados em uma seção de tubo onde o comprimento do tubo reto do lado a montante seja de pelo menos 10D e no lado a jusante de pelo menos 5d. além disso, a posição de instalação dos transdutores deve estar afastada pelo menos 30d da bomba.

Aqui D significa o diâmetro externo do tubo. Consulte a tabela a seguir para mais detalhes.

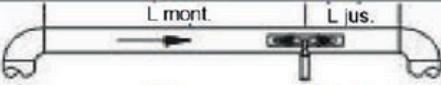
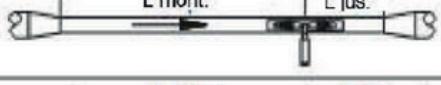
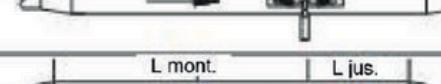
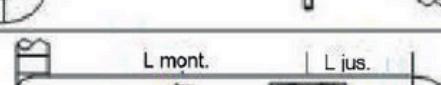
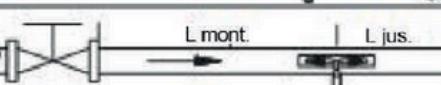
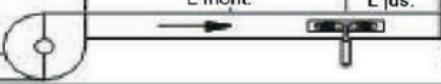
2.Certifique-se que o tubo esteja completamente cheio de líquido.

3.Certifique-se que a temperatura na localização não exceda a faixa dos transdutores. Em geral, quanto mais próxima da temperatura ambiente, melhor.

4.selecionar uma tubulação reta relativamente nova, se for possível. os tubos velhos tendem a ter corrosões e deposições, o que poderia afetar os resultados. se você tiver que trabalhar em um tubo velho, recomendamos que você trate as corrosões e deposições como se fossem parte da parede do tubo, ou parte do revestimento. Por exemplo, você pode somar um valor adicional ao parâmetro da espessura da parede do tubo ou ao parâmetro da espessura do revestimento para levar em conta a deposição.

5.alguns tubos possuem uma espécie de revestimento de plástico que cria certos espaços entre o revestimento e a parede interna do tubo. estes espaços podem impedir o percurso direto das ondas de ultrassom. tais condições tornarão a medição muito difícil. toda vez que for possível, tentar evitar este tipo de tubos. se você tiver de trabalhar nesse tipo de tubo, experimente nossos transdutores plug-in que são instalados permanentemente no tubo fazendo furos no tubo enquanto o líquido circular por dentro.

FIGURA 5: CONFIGURAÇÃO DOS TUBOS E DISPOSIÇÃO DOS TRANSDUTORES

Configuração da tubulação e posição dos transdutores	Dimensão a montante	Dimensão a jusante
	L mont. x Diâmetros	L jus. x Diâmetros
	10D	5D
	10D	5D
	10D	5D
	12D	5D
	20D	5D
	20D	5D
	30D	5D

## 2.7 INSTALAÇÃO DOS TRANSDUTORES

Os transdutores usados pelo medidor de vazão ultrassônico são feitos de cristais piezelétricos para transmitir e receber sinais ultrassônicos através da parede do sistema de tubulação de líquido. A medição é realizada medindo a diferença do tempo de trânsito dos sinais ultrassônicos. Como a diferença é muito pequena, o espaçamento e o alinhamento dos transdutores são fatores críticos para a precisão da medição e o desempenho do sistema.

Deve-se tomar muito cuidado na instalação dos transdutores.

Passos para a instalação dos transdutores:

(1) Coloque-os em uma posição ideal onde o comprimento do tubo reto seja suficiente

(vide seção anterior), e onde os tubos estejam em uma condição favorável, ou seja, tubos mais novos sem ferrugem e de fácil operação.

(2) Limpe todo o pó e ferrugem no ponto onde os transdutores devem ser instalados. Para obter melhores resultados, recomenda-se muito polir a superfície exterior com uma lixadeira.

(3) Aplique uma quantidade adequada de condutor para ultrassom (graxa, gel ou vaselina) na superfície de transmissão do transdutor, bem como no ponto de instalação na superfície do tubo. Certifique-se que não haja espaço entre a superfície de transmissão do transdutor e a superfície do tubo.

Deve-se tomar um cuidado adicional para evitar partículas de areia ou pó deixadas entre a superfície do tubo e a superfície do transdutor.

As tubulações alinhadas horizontalmente podem ter bolhas de gás dentro da parte superior do tubo. Portanto, recomenda-se instalar horizontalmente os transdutores na lateral do tubo.

Há três maneiras de montar os transdutores no tubo: por força magnética, por acessório de retenção e manualmente. Se o material do tubo for metal, a força magnética irá reter o punho do transdutor e pressioná-lo contra o tubo (somente para o tipo S).

Se você precisa apenas de uma medição rápida, ou você pode usar a tira de metal, ou o acessório de retenção fornecido para instalar os transdutores (Vide Figura 6).

\*Nota: Recomenda-se usar o produto Conductive Gel da Livingstone como condutor para ultrassom por considerações de segurança. Outros condutores, tais como graxa, gel e vaselina podem ser usados como alternativas, porém a seu próprio risco.

### 2.7.1 ESPAÇAMENTO DOS TRANSDUTORES

O valor de espaçamento que mostra a janela de menu M25 refere-se à distância do espaçamento interno entre dois transdutores (vide figura a seguir). A distância real dos dois transdutores deve ser a mais próxima possível deste valor de espaçamento.

### 2.7.2 MÉTODO V DE INSTALAÇÃO

O método V de instalação é o método mais amplamente usado para a medição diária com diâmetros internos de tubo que variam entre 15 milímetros e 400 milímetros. Também é chamado de método refletivo.

### 2.7.3 MÉTODO Z DE INSTALAÇÃO

O método Z é comumente usado quando o diâmetro do tubo for  $\geq 200\text{mm}$ .

Esse método é o mais direto para transferência de sinais e pode, portanto, oferecer melhores resultados que o método V em muitas aplicações.

### 2.7.4 MÉTODO W DE INSTALAÇÃO

O método W é geralmente usado em tubos de plástico com um diâmetro de 15 milímetros a 50 milímetros. Este método pode ser eficaz em tubos menores que possuem depósitos internos.

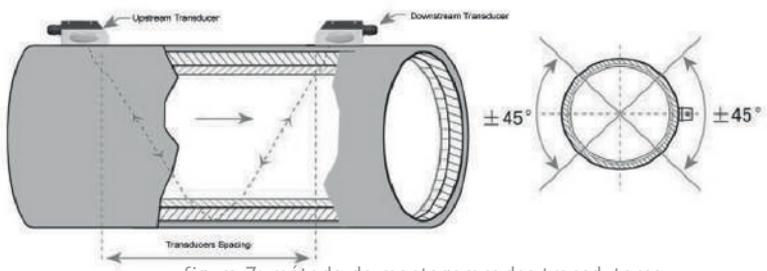


figura 7: método de montagem v dos transdutores

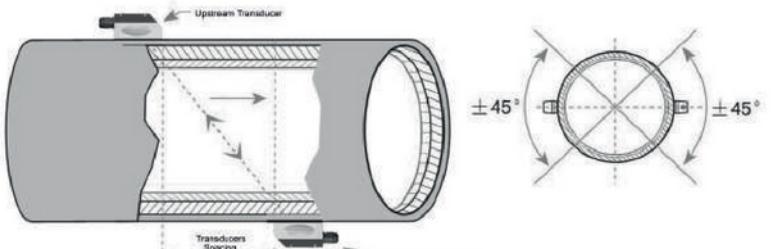
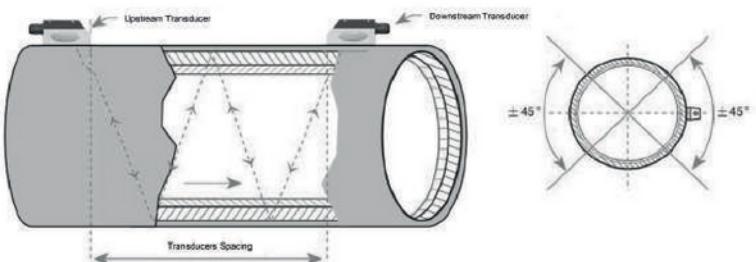


figura 8: método de montagem Z dos transdutores



## 2.8 TESTES NA INSTALAÇÃO

a intensidade do sinal de recepção, o valor Q da qualidade do sinal, o tempo delta (diferença do tempo de trânsito entre os sinais a montante e a jusante), a velocidade do som estimada no líquido, a relação de tempo de trânsito, etc. Assim, podemos estar seguros que o medidor de vazão está funcionando corretamente.

### 2.8.1 INTENSIDADE DO SINAL

A intensidade do sinal indica a amplitude dos sinais ultrassônicos mediante um número de 3 dígitos. [000] significa que não há sinal detectado e [999] refere-se a máxima intensidade do sinal que pode ser recebida.

Embora o instrumento funcione bem quando a intensidade do sinal estiver na faixa de 500 a 999, uma intensidade do sinal mais intensa deve ser procurada porque uma intensidade maior significa um resultado melhor. Os seguintes métodos são recomendados para obter sinais mais intensos:

- (1) Se a posição atual não for boa o suficiente para uma leitura de vazão estável e confiável, ou se a intensidade do sinal for inferior a 700, modifique a posição para outra mais favorável.
  - (2) Procure polir a superfície exterior do tubo, e aplicar mais condutor para ultrassom para aumentar a intensidade do sinal.
  - (3) Ajuste com cuidado a posição vertical e horizontal dos transdutores, enquanto verificar a intensidade do sinal. Pare na posição onde a intensidade do sinal atingir o máximo valor.
- Depois, verifique o espaçamento para certificar-se que seja igual ou muito próximo daquele mostrado pela janela M25.

### 2.9.2 QUALIDADE DO SINAL

A qualidade do sinal é indicada pelo valor Q no instrumento. Um valor de Q mais alto significará uma Relação Sinal-Ruído (SNR pela sigla em inglês) mais elevada e, portanto, um maior grau de precisão que poderá ser atingido. Sob condições normais do tubo, o valor de Q oscila entre 60 e 90, quanto mais alto, melhor.

As causas para um Q mais baixo podem ser:

1. Interferência de outros instrumentos e aparelhos próximos, tais como inversor frequência de potência que podem causar forte interferência. Procure mudar a posição do medidor de vazão para outro lugar onde a interferência possa estar reduzida.
2. Acoplamento acústico deficiente entre os transdutores e o tubo. Procure polir novamente a superfície do tubo, limpe o tubo e aplique mais condutor para ultrassom, etc.
3. A seção de tubo selecionada é difícil para conduzir a medição. Mude a posição para uma tubulação mais favorável.

### 2.8.3 TEMPO DE TRÂNSITO TOTAL E TEMPO DELTA

O tempo de trânsito total (ou tempo de deslocamento) e o tempo delta são exibidos na janela de menu M93. Há dados primários para o instrumento calcular a vazão. Portanto, a vazão medida irá variar ao variarem o tempo de trânsito total e o tempo delta.

O tempo de trânsito total deve permanecer estável ou variar dentro de uma estreita faixa.

O tempo delta normalmente varia menos de 20%. Se a variação exceder 20% no sentido positivo ou negativo, poderia haver alguns problemas com a instalação do transdutor. Certamente, o usuário deve verificar a instalação

### 2.8.4 RELAÇÃO DE TEMPO DE TRÂNSITO

A relação é usada geralmente para verificar se a instalação dos transdutores está correta e se os parâmetros do tubo introduzidos são consistentes com os valores reais. se os parâmetros do tubo estiverem corretos e os transdutores estiverem instalados adequadamente, a relação de tempo de trânsito deverá estar na faixa de  $100\pm3$ . Se essa faixa for excedida, o usuário deveria verificar:

- 1.os parâmetros do tubo introduzidos estão corretos?
- 2.O espaçamento real dos transdutores é igual ou próximo do mostrado na janela M25?
- 3.o transdutor está instalado corretamente no sentido apropriado?
- 4.A posição de montagem está certa, o tubo mudou de formato, ou o tubo é muito velho, ou seja, há muita corrosão ou deposição dentro do tubo?
- 5.há alguma interferência dentro do tubo?
- 6.há outros aspectos que não atendem os requisitos de medição, como recomendado anteriormente?

## 3.0 COMO VERIFICAR E CONFIGURAR

### 3.1 COMO VERIFICAR QUE O INSTRUMENTO FUNCIONA CORRETAMENTE

Em geral, quando for exibido "R" no canto inferior direito do display LCD, o instrumento está funcionando corretamente. Se, em vez disso, um "h" estiver piscando, o sinal recebido poderia ser fraco. consulte o capítulo sobre diagnósticos, para mais informações.

Se for exibido um "T", isso significa que não há sinal detectado.

Se for exibido um "J", isso significa que o hardware do instrumento poderia estar com problemas. Consulte o capítulo sobre diagnósticos.

### 3.2 COMO VERIFICAR O SENTIDO DO FLUXO DE LÍQUIDO

Verifique a vazão exibida. Se o valor for POSITIVO, o sentido do fluxo será do transdutor VERMELHO para o transdutor AZUL; se o valor for NEGATIVO, o sentido do fluxo será do transdutor AZUL para o transdutor VERMELHO.

### 3.3 COMO ALTERAR AS UNIDADES NAS LEITURAS

Use a janela de menu M30 para a seleção de sistemas de unidades. Inglês ou Métrico.

### 3.4 COMO SELECIONAR UMA VAZÃO

Use a janela de menu M31 para selecionar a unidade de vazão, bem como a unidade de tempo correspondente.

### 3.5 COMO USAR O TOTALIZADOR MULTIPLICADOR

Use a janela M33 para selecionar um fator de multiplicação correto para o totalizador multiplicador. Certifique-se que a velocidade do pulso do totalizador não seja nem muito rápida nem muito lenta. É preferível uma velocidade de vários pulsos por minuto. Se o fator de multiplicação do totalizador for muito baixo, o pulso de saída será muito rápido e poderia haver uma perda de pulsos. O período de pulso mínimo projetado é 500 milissegundos. se o fator de multiplicação do totalizador for grande demais, o pulso de saída será muito lento, o que poderia ser um problema se o aparelho mestre requerer resposta rápida.

### 3.6 COMO AJUSTAR AS FUNÇÕES DO TOTALIZADOR

O medidor de vazão possui três funções de totalizador, geralmente você vai precisar o ajuste de totalizador "Pos" visto que a maioria dos tubos tem fluxo somente num sentido.

use m34, m35 e m36 para ligar ou desligar o totalizador pos, neG, ou net respectivamente.

### 3.7 COMO REARMAR OS TOTALIZADORES

Use M37 para rearmar os totalizadores de vazão.

### 3.8 COMO RESTABELECER OS VALORES PADRÃO DE FÁBRICA

Va para a janela M37. Pressione a tecla  seguida da tecla de retrocesso (backspace)  Esta operação irá apagar todos os parâmetros introduzidos pelo usuário e configurar o instrumento com os valores padrão de fábrica.

### 3.9 COMO USAR O AMORTECEDOR PARA ESTABILIZAR A VAZÃO

O amortecedor atua como um filtro para uma leitura estável. Se for digitado um "0" na janela M40, isso significa que não há amortecimento. Um número maior conduz a um efeito mais estável. Porém números de amortecedor maiores impedirão o instrumento de agir rapidamente.

Os números 0 a 10 são usados comumente como valor de amortecedor.

### 3.10 COMO USAR A FUNÇÃO DE INTERRUPÇÃO ZERO

O número exibido na janela M41 é denominado valor de interrupção zero. Quando o valor absoluto da vazão medida for menor que o valor de interrupção zero, a vazão medida será substituída por um “0”. Isto é para evitar o acúmulo quando a vazão real for inferior ao valor de interrupção zero.

A operação de interrupção zero não afeta a medição de vazão quando a vazão real for maior que o valor de interrupção zero.

### 3.11 COMO AJUSTAR UM PONTO ZERO

Quando a vazão em um tubo tiver sido absolutamente interrompida, o medidor de vazão ainda poderia dar uma pequena leitura da vazão diferente de zero. Para tornar precisa a leitura, é necessário remover a leitura de “ponto zero”.

A janela M42 nos permite cuidar desta questão. Em primeiro lugar, o usuário deve se certificar que o líquido no tubo esteja totalmente parado (sem velocidade). Depois, deve ir até a janela M42 e pressionar a tecla ENT para iniciar a função de configuração do ponto zero.

### 3.12 COMO ALTERAR O FATOR DE ESCALA DE VAZÃO

Um fator de escala (SF) é a relação entre a “vazão real” e a vazão medida pelo medidor de vazão. Ele pode ser determinado por calibração com um equipamento padrão de calibração de fluxo. Para alterar o SF, pressione M45, depois a tecla ENT, digite o novo SF e pressione ENT novamente.

### 3.13 COMO AJUSTAR E BLOQUEAR A SENHA

O bloqueio por senha oferece um meio para evitar alterações de configuração ou rearames do totalizador por descuido. Quando o sistema estiver bloqueado, o usuário ainda pode navegar nas janelas de menu, mas não pode fazer nenhuma modificação nas janelas.

O bloqueio/desbloqueio por senha é feito na janela M47. O sistema pode ser bloqueado sem uma senha ou com uma senha que consiste de 1 a 4 dígitos.

Para bloqueio/desbloqueio sem senha, é só pressionar a tecla ENT na janela M47.

CUIDADO!

Se a senha for esquecida, depois de ter bloqueado não será permitido nenhum outro acesso, por favor, anote a senha e guarde-a em um lugar seguro.

### 3.14 COMO USAR O REGISTRADOR DE DADOS INCORPORADO

O registrador de dados incorporado possui um espaço de 24 bits de memória, que mantém até 2000 linhas de dados.

Use a M50 para ligar o registrador e para selecionar os itens que deverão ser registrados.

Use a M51 para configurar a hora de partida, o intervalo de tempo e a duração de cada registro.

Use a M52 para selecionar o sentido de armazenamento dos dados. Os dados podem ser armazenados em um registrador buffer ou enviados para a interface RS-232C sem que sejam armazenados no registrador. Use a M53 para visualizar os dados no registrador buffer.

O usuário precisa ir até a janela M52 para apagar os dados remanescentes na interface RS-232C e no registrador buffer.

### 3.15 COMO USAR A SAÍDA DE FREQUÊNCIA

O medidor de vazão irá produzir uma saída de pulsos com cada unidade de fluxo de líquido.

Esse pulso pode ser usado por um contador de pulsos externo para acumular a vazão.

Consulte a seção 3.4 e 3.5 para a configuração das unidades do totalizador e multiplicador.

A saída de pulsos do totalizador somente pode ser conectada a dispositivos em coletor aberto (OCT) ou a dispositivos de alarme sonoro.

Por exemplo, vamos supor que seja necessária a saída de pulsos de totalizador e que cada pulso representa 0,1 metro cúbico de fluxo de líquido. Vamos supor também que a saída de pulsos esteja conectada a um alarme sonoro interno. Com cada 0,1 metro cúbico de fluxo, necessitamos que o alarme sonoro toque por um momento. Para conseguir isto, devem ser executados os seguintes passos:

- Selecione a unidade metro cúbico (m<sup>3</sup>) na janela M32.
- Selecione o fator de multiplicação como sendo ‘2. X0.1’ na janela M33.
- Selecione a opção de saída ‘9. POS INT Pulse’ na janela M77. (INT significa totalizado)

### 3.16 COMO USAR A SAÍDA DE PULSOS DO TOTALIZADOR

O medidor de vazão irá produzir uma saída de pulsos com cada unidade de fluxo de líquido. Esse pulso pode ser usado por um contador de pulsos externo para acumular a vazão. Consulte a seção 3.4 e 3.5 para a configuração das unidades do totalizador e multiplicador. A saída de pulsos do totalizador somente pode ser conectada a dispositivos em coletor aberto (OCT) ou a dispositivos de alarme sonoro. Por exemplo, vamos supor que seja necessária a saída de pulsos de totalizador e que cada pulso representa 0,1 metro cúbico de fluxo de líquido. Vamos supor também que a saída de pulsos esteja conectada a um alarme sonoro interno. Com cada 0,1 metro cúbico de fluxo, necessitamos que o alarme sonoro toque por um momento. Para conseguir isto, devem ser executados os seguintes passos:

- (1) Selecione a unidade metro cúbico (m<sup>3</sup>) na janela M32.
- (2) Selecione o fator de multiplicação como sendo '2. X0.1' na janela M33.
- (3) Selecione a opção de saída '9. POS INT Pulse' na janela M77. (INT significa totalizado)

### 3.17 COMO PRODUZIR UM SINAL DE ALARME

Há dois tipos de sinais de alarme de hardware disponíveis neste instrumento. Um é o alarme sonoro, e o outro é a saída OCT.

As origens de disparo dos eventos de alarme para as saídas de alarme sonoro e OCT são:

- (1) Não há sinal de recepção.
- (2) O sinal recebido é muito fraco.
- (3) O medidor de vazão não está nos modos normais de medição.
- (4) O sentido do fluxo está alterado.
- (5) Ocorre um transbordamento na Saída de Frequência.
- (6) A vazão está fora da área especificada.

Há dois alarmes neste instrumento, alarme Nº1 e alarme Nº2. Eles podem ser configurados nas janelas M73, M74, M75 e M76.

Por exemplo, vamos supor que necessitamos que o alarme sonoro comece a bipar quando a vazão for menor de 300 m<sup>3</sup>/h e maior de 2000m<sup>3</sup>/h. Seriam recomendados os seguintes passos de configuração:

- (1) Digite o limite inferior da vazão 300 em M73 para o alarme Nº1,
- (2) Digite o limite superior da vazão 2000 em M74 para o alarme Nº2,
- (3) Selecione o item '6. Alarm #1' em M77.

### 3.18 COMO USAR O ALARME SONORO INCORPORADO

O alarme sonoro incorporado é configurável pelo usuário. Ele pode ser usado como um alarme. Use M77 para configurações.

### 3.19 COMO USAR A SAÍDA DE PULSOS EM COLETOR ABERTO (OCT)

A saída OCT é do tipo on/off. Ela é configurável pelo usuário. Por exemplo, você pode ajustar a saída OCT para ser um sinal de pulsos para acumular fluxo.

Use M77 para a configuração.

Observe-se que a Saída de Frequência compartilha o mesmo hardware do OCT.

A saída do OCT é conectada ao pino 6 (para o positivo) e o pino 5 (por terra) do conector RS-232. Consulte a seção 6.1 para mais detalhes.

### 3.20 COMO AJUSTAR O CALENDÁRIO INCORPORADO

Na maioria dos casos não será necessária nenhuma modificação no calendário incorporado.

O calendário consome quantidades insignificantes de energia. A modificação será somente necessária quando a bateria estiver totalmente esgotada, ou quando a troca das baterias demorar de maneira que os dados originais do relógio se perdem.

Pressione a tecla ENT em M61 para Modificação. Use a tecla de ponto para pular esses dígitos que não precisam de modificação.

### 3.21 COMO AJUSTAR O CONTRASTE DO DISPLAY LCD

Use a M70 para ajustar o contraste do display LCD. Os resultados ajustados serão armazenados na memória EEPROM de maneira que o master erase (restauração dos valores padrão de fábrica) não fará efeito no contraste.

### **3.22 COMO USAR O INTERFACE SERIAL RS232**

Use a M62 para a configuração do interface serial RS-232C.

### **3.23 COMO VISUALIZAR OS TOTALIZADORES**

Use a M82 para visualizar o totalizador diário, o totalizador mensal e o totalizador anual.

### **3.24 COMO USAR O TIMER DE FUNCIONAMENTO**

Use o timer de funcionamento para verificar o tempo transcorrido com um certo tipo de operação. Por exemplo, use-o como timer para mostrar quanto tempo irá durar uma bateria totalmente carregada.

Na janela M72, pressione a tecla ENT e selecione “YES” para rearmar o timer de funcionamento.

### **3.25 COMO USAR O TOTALIZADOR MANUAL**

Use a M82 para visualizar o totalizador diário, o totalizador mensal e o totalizador anual.

### **3.26 COMO VERIFICAR O NÚMERO DE SÉRIE**

Cada jogo de medidores de vazão utiliza um número de série do sistema (ESN) exclusivo para identificar o instrumento. O ESN é um número de 8 dígitos que oferece informação da versão e data de fabricação.

O usuário também pode usar o ESN para a gestão da instrumentação.

O ESN é exibido na janela M61.

Use M+1 para visualizar o tempo de funcionamento total desde que o instrumento deixou o fabricante.

Use a M+4 para visualizar o número total de vezes que o instrumento tiver sido ligado e desligado desde que o instrumento deixou o fabricante.

### **3.27 COMO VERIFICAR A VIDA DA BATERIA**

Use M07 para verificar quanto irá durar a bateria. Também consulte a seção 2.1 para mais detalhes.

### **3.28 COMO CARREGAR A BATERIA**

Consulte a seção 2.1

## 4.0 DETALHES DAS JANELAS DO MENU

Janela de menu nº	função
m00	Exibição dos valores do totalizador POS (positivo), NEG (negativo) e NET (líquido) Exibição da intensidade do sinal, qualidade do sinal e estado de funcionamento
m01	Exibição de totalizador POS, vazão instantânea, velocidade, intensidade do sinal, qualidade do sinal e estado de funcionamento.
m02	Exibição de totalizador NEG, vazão instantânea, velocidade, intensidade do sinal, qualidade do sinal e estado de funcionamento.
m03	Exibição de totalizador NET, vazão instantânea, velocidade, intensidade do sinal, qualidade do sinal e estado de funcionamento.
m04	Exibição de data e hora, vazão instantânea, intensidade do sinal, qualidade do sinal e estado de funcionamento.
m05	Exibição de data e hora, velocidade, intensidade do sinal, qualidade do sinal e estado de funcionamento.
m06	Exibição da forma de onda do sinal de recepção.
m07	Exibição da tensão nos terminais da bateria e o tempo de duração estimado
m08	Exibição de todos os dados detalhados de estado de funcionamento, intensidade do sinal e qualidade do sinal
m09	Exibição de vazão líquida (NET) de hoje, velocidade, intensidade do sinal, qualidade do sinal e estado de funcionamento.
m10	Janela para introduzir o perímetro externo do tubo
m11	Janela para introduzir o diâmetro externo do tubo Faixa válida: 0 a 6000 mm
m12	Janela para introduzir a espessura da parede do tubo
m13	Janela para introduzir o diâmetro interno do tubo. Se o diâmetro externo e a espessura da parede forem introduzidos corretamente, o diâmetro interno será calculado automaticamente, portanto, não é necessário alterar nada nesta janela.
m14	Janela para selecionar o material do tubo materiais padrão de tubos (não há necessidade de introduzir a velocidade do som no material) incluem: (0) aço carbono (1) aço inox (2) ferro fundido (3) ferro dúctil (4) cobre (5) pvc (6) alumínio (7) amianto (8) fibra de vidro
m15	Janela para introduzir a velocidade do som de materiais não padrão de tubos
m16	Janela para selecionar o material do revestimento. selecione “none” para materiais sem nenhum revestimento. materiais padrão de revestimento (não há necessidade de introduzir a velocidade do som no revestimento) incluem: (1) Epóxi Alcatrão (2) Borracha (3) Argamassa (4) Polipropileno (5) polistriol (6) poliestireno (7) poliéster (8) polietileno (9) Ebonita (10) Teflon
m17	Janela para introduzir a velocidade do som de materiais não padrão de revestimentos
m18	Janela para introduzir a espessura do revestimento, se houver um revestimento
m19	Janela para introduzir o coeficiente de rugosidade da superfície interna do tubo
m20	Janela para selecionar o tipo de fluido para líquidos padrão (não há necessidade de introduzir a velocidade do som no líquido) incluem: (0) Água (1) Água do mar (2) querosene (3) Gasolina (4) Óleo combustível (5) Óleo cru (6) propano a -45 °c (7) butano a 0 °c outros líquidos (9) Óleo diesel (10) Óleo de ricino (11) Óleo de amendoim (12) #90 Gasolina (13) #90 Gasolina (14) Álcool (15) Água quente a 125 °c

JANELA DE MENU Nº	FUNÇÃO
M21	Janela para introduzir a velocidade do som em líquidos não padrão
M22	Janela para introduzir a viscosidade de líquidos não padrão
M23	Janela para selecionar o tipo de transdutor Há 14 tipos diferentes de transdutores para seleção. Se forem usados transdutores com peça de montagem tipo $\pi$ , o usuário precisa configurar 3 parâmetros de transdutores. Caso contrário, o usuário precisa configurar 4 parâmetros de transdutores.
M24	Janela para selecionar os métodos de montagem dos transdutores. Podem ser selecionados quatro métodos: (0) Método V (1) Método Z (2) Método N (3) Método W
M25	Exibição do espaçamento ou distância dos transdutores
M26	Entrada para armazenar os parâmetros do tubo na memória interna NVRAM (memória não volátil)
M27	Entrada para ler os parâmetros do tubo salvos anteriormente
M28	Entrada para determinar se manter ou não o último valor correto quando ocorrer uma condição de sinal fraco. O ajuste padrão de fábrica é “YES”
M29	Janela para ajustar o limiar embaixo do qual o sinal de recepção é definido como fraco. Número válido. de 000 a 999. 0 é o ajuste padrão de fábrica
M30	Janela para selecionar o sistema de unidades. ‘Metric’ é o ajuste padrão de fábrica. A conversão de unidades inglesas para métricas ou vice versa não afetará a unidade dos totalizadores
M31	Janela para selecionar o sistema de unidades de vazão. A vazão pode estar em: 0. Metro cúbico abreviado (m <sup>3</sup> ) 1. Litro (l) 2. Galão Americano (gal) 3. Galão Imperial (igl) 4. Milhão de Galões Americanos (mgl) 5. Pés cúbicos (cf) 6. Barril Americano Líquido (bal) 7. Barril Imperial Líquido (ib) 8. Barril de Petróleo (ob) A unidade de vazão em termos de tempo pode ser por dia, por hora, por minuto ou por segundo. Portanto, há no total 36 unidades de vazão para seleção.
M32	Janela para selecionar a unidade dos totalizadores
M33	Janela para ajustar o fator de multiplicação do totalizador O fator de multiplicação varia de 0,001 a 10000
M34	Ligar ou desligar o totalizador NET
M35	Ligar ou desligar o totalizador POS
M36	Ligar ou desligar o totalizador NEG

JANELA DE MENU Nº	FUNÇÃO
M37	(1) Rearme do totalizador (2) Restabelecer os ajustes padrão de fábrica. Pressione a tecla de ponto seguida da tecla de retrocesso (backspace). Atenção, recomenda-se anotar os parâmetros antes de efetuar o restabelecimento.
M38	Totalizador manual usado para calibração. Pressione qualquer tecla para iniciar e pressione a tecla novamente para parar o totalizador.
M39	Seleção de idioma, chinês ou inglês
M40	Configuração da vazão do amortecedor. O parâmetro de amortecimento varia de 0 a 999 segundos. 0 significa que não há amortecimento. O ajuste padrão de fábrica é 10 segundos
M41	Interrupção por vazão zero (ou vazão baixa) para evitar acúmulo inválido.
M42	Configuração do ponto zero. Certifique-se que o líquido no tubo não esteja passando enquanto for feita esta configuração
M43	Apagar o valor do ponto zero, e restabelecer o ajuste padrão de fábrica de ponto zero.
M44	Configurar uma polarização de vazão. Geralmente este valor deve ser zero.
M45	Fator de escala da vazão. O ajuste padrão de fábrica é “1”. Mantenha este valor como “1” quando não tiver sido feita nenhuma calibração
M46	Número de identificação de endereço de rede (IDN). Pode ser digitado qualquer número inteiro exceto 13 (ODH, retorno de carro), 10 (0AH, alimentação de linha), 42 (2AH), 38, 65535. Cada ajuste do instrumento em um ambiente de rede deve ter um IDN exclusivo. Consulte o capítulo de comunicações
M47	Bloqueio do sistema para evitar a modificação dos parâmetros do sistema
M48	Não utilizada
M49	Janela para teste de comunicações de rede
M50	Janela para configurar o salvamento de dados baseado em programação. Seleção dos itens a serem salvos.
M51	Janela para configurar o programa do salvamento de dados baseado em programação
M52	Controle do sentido de saída de dados. Se for selecionado ‘To RS-232’, todos os dados serão enviados para a interface RS-232. Se for selecionado “To buffer”, os dados serão armazenados na memória do registrador incorporado Permite ao usuário apagar o buffer de dados
M53	Visualizador do buffer do registrador. Ela funciona como editor de arquivos. Utilize as teclas Dot, backspace UP e DN para navegar pelo buffer. Se o registrador estiver ligado (ON), o visualizador irá automaticamente se atualizar quando forem armazenados novos dados
M54	Não utilizada
M54	Não utilizada
M55	Não utilizada
M56	Não utilizada
M57	Não utilizada
M58	Não utilizada
M59	Não utilizada

JANELA DE MENU Nº	FUNÇÃO
M60	Calendário de 99 anos. Pressione ENT para modificação. Use a tecla de ponto para pular os dígitos que não precisem de modificação
M61	Exibição das informações de Versão e Número de Série Eletrônico (ESN) que são exclusivas de cada medidor de vazão. O usuário também pode usar o ESN para a gestão da instrumentação
M62	Configuração da RS-232.A taxa de Bauds pode ser de 75 a 115,200 bps
M63	Não utilizada
M64	Não utilizada
M65	Não utilizada
M66	Não utilizada
M67	Configurar uma polarização de vazão. Geralmente este valor deve ser zero.
M68	Janela para configurar a vazão mínima que corresponde ao limite inferior de frequência da saída de frequência.
M69	Janela para configurar a vazão máxima que corresponde ao limite superior de frequência da saída de frequência.
M70	Controle da iluminação traseira do display LCD.O valor introduzido indica quantos segundos permanecerá acesa a iluminação traseira com cada aperto de tecla.
M71	Controle do contraste do display LCD. O LCD se tornará mais escuro quando for digitado um valor baixo.
M72	Timer de funcionamento. Ele pode ser rearmado pressionando a tecla ENT e depois selecionando "YES".
M73	Configuração do limiar inferior do alarme Nº1. Abaixo deste limiar, o alarme Nº1 será disparado. Há dois métodos de alarme. O usuário deve selecionar os itens de saída de alarme da janela M78 ou M77
M74	Configuração do limiar superior do alarme Nº1.
M75	Configuração do limiar inferior do alarme Nº2.
M76	Configuração do limiar superior do alarme Nº2.
M77	Configuração do alarme sonoro. Se for selecionada a fonte de entrada correta, o alarme sonoro irá bipar quando o evento de disparo ocorrer.
M78	Configuração da Saída de Coletor Aberto (OCT) Selecionando uma fonte de disparo correta, o circuito OCT irá fechar quando o evento de disparo ocorrer
M79	Não utilizada
M80	Não utilizada
M81	Não utilizada
M82	Configuração do totalizador diário, totalizador mensal e totalizador anual.
M83	Não utilizada
M84	Não utilizada
M85	Não utilizada
M86	Não utilizada
M87	Selecionar a potência do transdutor entre 1 e 10 (valor padrão 10)
M88	Não utilizada

JANELA DE MENU Nº	FUNÇÃO
M89	Não utilizada
M90	Exibição de intensidade do sinal, qualidade do sinal e relação de tempo de trânsito (canto superior direito).
M91	Exibição da relação de tempo de trânsito. A relação de tempo de trânsito deverá estar na faixa de $100\pm3\%$ se os parâmetros do tubo introduzidos estiverem corretos e os transdutores estiverem corretamente instalados. Caso contrário, os parâmetros do tubo e a instalação dos transdutores devem ser verificados.
M92	Exibição da velocidade do som estimada do fluido no tubo. Se este valor tiver uma referência óbvia com a velocidade do som real do fluido, recomendamos que o usuário verifique se os parâmetros do tubo estão corretos e se a instalação dos transistores é boa.
M93	Exibição do tempo total de trânsito e do tempo delta (diferença entre o tempo de trânsito do percurso a montante e a jusante)
M94	Exibição do número de Reynolds e o fator do tubo usados no programa de medição de vazão. Nota, o fator do tubo é raramente usado.
M95	Não utilizada
M96	Não utilizada
M97	Comando para armazenar os parâmetros do tubo em um registrador de dados incorporado ou na interface serial RS-232C.
M98	Comando para armazenar as informações de diagnóstico no registrador de dados incorporado ou na interface serial RS-232C.
M99	Comando para copiar a exibição atual no registrador de dados incorporado ou na interface serial R -232C.
M+0	Visualização dos últimos 64 registros de eventos de ligar e desligar. As informações registradas incluem a data e a hora bem como a vazão correspondente quando ocorrer a energização ou desenergização.
M+1	Exibição do tempo de funcionamento total do instrumento.
M+2	Exibição da data e hora da última desenergização
M+3	Exibição da vazão da última desenergização
M+4	Exibição do número total de vezes que o medidor de vazão foi energizado e desenergizado.
M+5	Uma calculadora científica para ajudar nas aplicações de campo. Todos os valores em precisão única. Todos os operadores matemáticos são selecionados de uma lista.
M+6	Não utilizada
M+7	Não utilizada
M+8	Não utilizada
M+9	Não utilizada
M-0	Entrada para janelas de ajustes de hardware. Válida somente para o fabricante.

## 5.0 SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

### 5.1 ERROS NA ENERGIZAÇÃO

quando for energizado, o medidor de vazão inicia automaticamente o processo de auto diagnóstico para descobrir se há problemas de hardware e software. Se for identificado um problema, será exibida uma mensagem de erro. A tabela a seguir mostra as possíveis mensagens de erro, as causas correspondentes e suas soluções.

MENSAGEM DE ERRO	CAUSAS	SOLUÇÕES
Erro de Teste ROM Erro de Teste de Dados	Problema de software	(1) Reinicialize o sistema (2) Contate o fabricante.
Erro de Armazenamento de Dados	Os parâmetros introduzidos pelo usuário se perdem.	Quando esta mensagem for exibida, pressione a tecla ENT para restabelecer a configuração padrão.
Erro do Relógio do Sistema Lento ou Rápido	Problema com o relógio do sistema ou o oscilador de cristal.	(1) Energize de novo (2) Contate o fabricante.
Erro de Data Hora	Problema no calendário do sistema	Inicialize o calendário na janela de menu M61
Reinicialização repetitivamente	Problemas de hardware	Contate o fabricante.

### 5.2 ERROS NO ESTADO DE FUNCIONAMENTO

o medidor de vazão ultrassônico irá mostrar um código de erro (uma única letra como i, r, etc.) no canto inferior direito nas janelas de menu M00, M01, M02, M03, M90 e M08. Quando aparecer algum Código de Erro anormal, devem ser tomadas medidas corretivas.

CÓDIGO DE ERRO	MENSAGEM EXIBIDA NA JANELA M08	CAUSAS	SOLUÇÕES
R	SYSTEM NORMAL	não há erros	
I	NO SIGNAL	(1)incapaz de receber sinais (2)transdutores instalados incorretamente (3)Contato frioso ou condução de ultrassom insuficiente entre o transdutor e a superfície exterior do tubo. (4)os revestimentos do tubo são muito grossos ou a deposição dentro do tubo é muito espessa. (5)os cabos do transdutor não estão corretamente conectados.	(1)Ajuste a posição da medição (2)pula a superfície do tubo e limpe o ponto (3)Certifique-se que a condução de ultrassom seja suficiente (4)Verifique os cabos dos transdutores
J	hardware error	problema de hardware	contate o fabricante.
H	poorsig detected	(1)detectado sinal fraco (2)transdutores instalados incorretamente (3)muita incrustação (corrosão, deposição, etc.) (4)o revestimento do tubo é muito grosso. (5)problema com cabos dos transdutores	(1)Ajuste a posição da medição (2)pula a superfície do tubo e limpe o ponto (3)Certifique-se que a condução de ultrassom seja suficiente (4)Verifique os cabos dos transdutores

Q	Frequ OutputOver	A frequência real da Saída de Frequência está fora da faixa especificada pelo usuário.	Verifique os valores introduzidos na janela M66, M67, M68 e M69, e use um valor maior em M69
F	System RAM Error Date Time Error CPU ou IRQ Error ROM Parity Error	(1) Problemas temporários com RAM, RTC (2) Problemas permanentes de hardware	(1) Energize novamente (2) Contate o fabricante.
1 2 3	Adjusting Gain	O instrumento está com o ajuste em andamento do ganho de sinal e o número indica os passos progressivos	Não há necessidade de ação
K	Empty pipeDetected	Não há líquido dentro do tubo Configuração incorreta em M29	Modifique a posição do instrumento para onde o tubo estiver cheio de líquido Digite 0 em M29

### 5.3 OUTROS PROBLEMAS E SOLUÇÕES

P: Por que o instrumento indica vazão 0.0000 enquanto circula realmente líquido no tubo? A intensidade do sinal é verificada como sendo boa (o estado de funcionamento é "R") e a qualidade do sinal Q tem um valor satisfatório.

R: É provável que o problema seja causado pelo ajuste incorreto do "Ponto Zero". O usuário pode ter realizado a configuração do "Ponto Zero" enquanto a circulação não estava parada. Para solucionar este problema, use a função "Reset zero" (rearme do zero) na janela de menu M43 para limpar o ponto zero.

P: A vazão exibida é muito menor ou muito maior que a vazão real no tubo sob condições de funcionamento normais. Por quê?

R: O valor de desvio digitado poderia estar errado. Digite desvio "0" na janela M44. Instalação incorreta do transdutor. Com cuidado instale de novo os transdutores. O Ponto Zero está errado. Vá para a janela M42 e faça de novo a configuração do Ponto Zero. Certifique-se que a circulação dentro do tubo esteja parada. Não é permitida nenhuma velocidade durante este processo de configuração.

P: Por que a bateria não pode funcionar pelo tempo indicado em M07?

R: A bateria pode ter alcançado o final da sua vida útil. Troque-a por uma nova.

A nova bateria não é compatível com o software de estimativas de baterias. O software precisa de um upgrade. Contate o fabricante.

A bateria não foi carregada totalmente.

Existe de fato uma diferença de tempo entre o tempo de funcionamento real e o estimado, especialmente quando a tensão nos terminais estiver na faixa de 3,70 a 3,90 volts. Portanto, o tempo de funcionamento estimado é só para referência.

## 6.0 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÕES

O medidor de vazão ultrassônico inclui uma interface de comunicação RS-232C e um jogo completo de protocolos de comunicações.

### 6.1 ESQUEMA DOS PINOS DO CONECTOR RS232

Pino 1 para entrada do positivo de recarga de bateria

2 rxd

3 txd

4 não utilizado

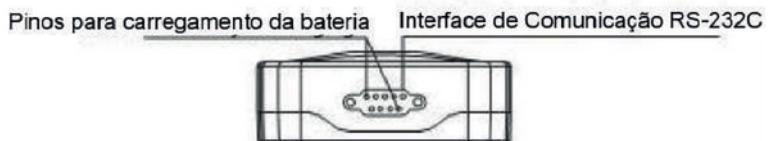
5 Gnd (terra)

6 saída oct

7 não utilizado

8 para entrada do negativo de recarga de bateria

9 Entrada de anel para conexão de um modern



## 6.2 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÕES

O protocolo comprehende um conjunto de comandos básicos que são strings em formato ASCII, que termina com um carro (cr) e alimentação de linha (lf). os comandos usados comumente estão listados na tabela a seguir.

### 6.2.1 COMANDOS BÁSICOS

O protocolo comprehende um conjunto de comandos básicos que são strings em formato ASCII, que termina com um carro (cr) e alimentação de linha (lf). os comandos usados comumente estão listados na tabela a seguir.

COMANDO	FUNÇÃO	FORMATO DE DADOS
DQD(CR) <sup>1</sup>	Retornar vazão por dia	±d.dddddddE±dd(CR) (LF) <sup>2</sup>
DQH(CR)	Retornar vazão por hora	±d.dddddddE±dd(CR) (LF)
DQM(CR)	Retornar vazão por minuto	±d.dddddddE±dd(CR) (LF)
DQS(CR)	Retornar vazão por segundo	±d.dddddddE±dd(CR) (LF)
DV(CR)	Retornar velocidade de fluxo instantânea	±d.dddddddE±dd(CR) (LF)
DI+(CR)	Retornar totalizador POS	±dddddddE±d(CR) (LF) <sup>3</sup>
DI-(CR)	Retornar totalizador NEG	±dddddddE±d(CR) (LF)
DIN(CR)	Retornar totalizador NET	±dddddddE±d(CR) (LF)
DIE(CR)	Retornar Valor do Totalizador Calórico	±dddddddE±d(CR) (LF)
DID(CR)	Retornar Número de Identificação (IDN)	ddddd(CR) (LF)
E(CR)	Retornar Valor Calórico Instantâneo	±d.dddddddE±dd(CR) (LF)
DL(CR)	Retornar intensidade do sinal e qualidade do sinal	UP:dd.d,DN:dd.d, Q=dd(CR)(LF)
DS(CR)	Retornar a porcentagem de saída analógica A0.	±d.dddddddE±dd(CR) (LF)
DC(CR)	Retornar o código de erro atual	4
DA(CR)	Sinal de alarme OCT ou RELAY	TR:s, RL:s(CR)(LF) <sup>5</sup>
DT(CR)	Retornar a data e hora atual	yy-mm-dd hh:mm:ss(CR)(LF)
M@(CR)****	Enviar um valor de tecla se uma tecla for pressionada.	M@(CR) )(LF) <sup>6</sup>
LCD(CR)	Retornar o conteúdo atual do display	
C1(CR)	OCT fechar	
C0(CR)	OCT abrir	
R1(CR)	RELAY fechar	
R0(CR)	RELAY abrir	
FOddd(CR)	Forçar a saída FO para enviar uma frequência de dddd Hz	Fdddd(CR)(LF)
Aoa(CR)	Corrente de saída a no terminal de saída do circuito de corrente	A0a(CR)(LF) <sup>7</sup>
BA1(CR)	Retornar o valor de corrente de AI1 (0- 20mA)	±d.dddddddE±dd(CR)(LF)
BA2(CR)	Retornar o valor de corrente de AI2 (0- 20mA)	±d.dddddddE±dd(CR)(LF)
BA3(CR)	Retornar o valor de corrente de AI3 (0- 20mA)	±d.dddddddE±dd(CR)(LF)
BA4(CR)	Retornar o valor de corrente de AI4 (0- 20mA)	±d.dddddddE±dd(CR)(LF)
AI1(CR)	Retornar o valor de temperatura/pressão de AI1	±d.dddddddE±dd(CR)(LF)
AI2(CR)	Retornar o valor de temperatura/pressão de AI2	±d.dddddddE±dd(CR)(LF)
AI3(CR)	Retornar o valor de temperatura/pressão de AI3	±d.dddddddE±dd(CR)(LF)
AI4(CR)	Retornar o valor de temperatura/pressão de AI4	±d.dddddddE±dd(CR)(LF)

COMANDO	FUNÇÃO	FORMATO DE DADOS
ESN(CR)	Retornar o número de série eletrônico (ESN) do medidor de vazão	dddddddt(CR)(LF) <sup>8</sup>
W	Prefixo de um comando de conexão em rede baseado no endereçamento IDN. O endereço IDN é uma palavra, que varia de 0 a 65534.	9
N	Prefixo de um comando de conexão em rede baseado no endereçamento IDN. O endereço IDN aqui é um valor de byte único que varia de 00 a 225.	9
P	Prefixo de todo comando com soma de verificação	
&	Ligador de comando para fazer um comando maior combinando até seis comandos.	
RING(CR)(LF)	Solicitação de Handshaking de um MODEM	ATA(CR) (LF)
OK(CR)	Confirmação de um MODEM	Nenhuma ação.
	Solicitação de Handshaking de um medidor de vazão	ATA(CR) (LF)
GA(CR)	Comando A da troca de mensagens GSM <sup>10</sup>	Contate o fabricante para mais deta-lhes
GB(CR)	Comando B da troca de mensagens GSM <sup>10</sup>	
GC(CR)	Comando C da troca de mensagens GSM	
DUMP <sup>11</sup>	Retornar o conteúdo do buffer de impressão Valor Calórico Instantâneo	
DUMPO	Limpar todo o buffer de impressão	
DUMP1(CR)	Retornar todo o conteúdo do buffer de impressão	

#### Notas:

- (CR) significa Retorno de Carro (Carriage Return). Seu código ASCII é 0DH. (LF) significa alimentação de linha (Line Feed). Seu código ASCII é 0AH.
- “d” significa um número dígito de 0 a 9. 0 é expressado como +0 000000E+00.
- “d” significa um número dígito de 0 a 9. O número antes de “E” é inteiro.
- Código de estado de funcionamento, 1-6 letras. Consulte os códigos de erro na tabela 5.2.
- “s” representa “ON”, “OFF” ou “UD”. Por exemplo, “TR:ON, RL:UD” significa que o OCT está no estado fechado e que RELAY não é usado.
- @ significa valor de tecla. Por exemplo, o valor 30H significa a tecla “0”, o comando “M4” equivale a pressionar a tecla “4”.
- “a” significa o valor de corrente, um número dígito de 0 a 20. Por exemplo, A02.34, A00.2
- “ddddddt” significa um número de série eletrônico de 8 dígitos. “t” significa tipo de medidor de vazão.
- Se houver mais de um medidor de vazão em uma rede, todos os comandos básicos devem ser levar o prefixo N ou W. Caso contrário, vários medidores de vazão podem responder à mesma solicitação.
- Adicionar um módulo GSM para o medidor de vazão permite ao usuário verificar a vazão do medidor de vazão e outros parâmetros de um telefone celular.
- Usado para visitar o conteúdo do buffer de impressora.

#### 6.2.2 USO DOS PREFIXOS DOS PROTOCOLOS

##### (1) Prefixo P

O prefixo P pode ser adicionado antes de qualquer comando na tabela acima para ter os dados de retorno seguidos de dois bytes da soma de verificação CRC, que é a soma da string de caracteres original.

Considere o comando DI+(CR) (Retornar o valor do totalizador POS) como um exemplo. Os dados binários para DI+(CR) são de 44 H, H 49, 2BH e 0DH. Vamos supor que o valor de retorno deste comando seja +1234567E+0m3(CR)(LF) (a string no sistema hexadecimal é 2BH, 31H, 32H, 33H, 34H, 35H, 36H, 37H, 45H, 2BH, 30H, 6DH, 33H, 20H, 0DH, 0AH).

Então, o comando com o prefixo P, PDI+(CR), retornaria +1234567E+0m3!F7(CR)(LF). O ‘!’ funciona como o iniciador da soma de verificação (F7), que é obtida adicionando-se a *string*,  
 $2BH + 31H + 32H + 33H + 34H + 35H + 36H + 37H + 45H + 2BH + 30H + 6DH + 33H + 20H = (2) F7H.$   
 Repare que é permitido não ter entrada de dados ou ter caractere spaces (20h) antes do caractere ‘!.

## (2) Prefixo W

O prefixo W é usado para comandos de conexão em rede. O formato de um comando de conexão em rede é:

**W + string de endereço IDN + comando básico.**

O endereço IDN deve ter um valor entre 0 e 65534, exceto 13(0DH), 10 (0AH), 42(2AH,\*), 38(26H, &).

Por exemplo, se você quiser visitar a velocidade instantânea de fluxo do aparelho IDN=12345, o comando a seguir deve ser enviado para o aparelho: w12345dv(cr). o código binário correspondente é 57h, 31h, 32h, 33h, 34h, 35h, 44h, 56h, 0dh. O prefixo N é um endereço de rede IDN de byte único, não recomendado em um modelo novo.

## (4) Ligador de Comandos &

O ligador de comandos ou conector & pode conectar até 6 comandos básicos para formar um comando mais longo o que tornaria a programação muito mais fácil.

Por exemplo, vamos supor que queremos que o aparelho IDN=4321 retorne simultaneamente a vazão, a velocidade e o valor do totalizador pos. o comando combinado seria w4321dqd&dv&di+(cr), e o resultado seria:

+1.234567e+12m3/d(cr)  
 +3.1235926e+00m/s(cr)  
 +1234567e+0m3(cr)

## 6.3 O COMANDO M E OS CÓDIGOS ASCII

Este protocolo fornece a capacidade de digitação virtual. Um terminal remoto RS-232C pode enviar um comando “m” juntamente com um código de tecla para simular o cenário em que a tecla seja pressionada no teclado do medidor de vazão. Esta funcionalidade permite ao usuário operar o medidor de vazão no escritório, longe do local do teste. Por exemplo, o comando de “M1” é enviado ao medidor de vazão através do vínculo de RS-232C, o medidor de fluxo vai tratar o comando, como se o usuário tivesse pressionado a tecla 1 no teclado. Os códigos ASCII e os valores de tecla correspondentes das teclas do teclado estão listados na tabela a seguir.

tecla	cÓdiGo de tecla hexadecimal	cÓdiGo de tecla decimal	cÓdiGo ascii
0	30h	48	0
1	31h	49	1
2	32h	50	2
3	33h	51	3
4	34h	52	4
5	35h	53	5
6	36h	54	6
7	37h	55	7

tecla	cÓdiGo de tecla hexadecimal	cÓdiGo de tecla decimal	cÓdiGo ascii
8	38h	56	8
9	39h	57	9
.	3ah	58	:
◀	3bh, 0bh	59	:
menu	3ch, 0ch	60	<
ent	3dh, 0dh	61	+
▲ / +	3eh	62	>
▼ / -	3fh	63	?

## 7.0 GARANTIA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA

os produtos fabricados pela nossa empresa estão garantidos como isentos de defeitos de materiais e mão de obra por um período de um ano a partir da data do envio ao comprador original. Nossa obrigação será limitada a restabelecer a operação normal do instrumento, ou substituir o instrumento a critério da nossa empresa e estará condicionada ao recebimento de um aviso por escrito de qualquer defeito suposto no prazo de 10 dias após a sua descoberta. Ela irá determinar se é necessária a devolução do instrumento. Se assim for, o usuário será responsável pela taxa de envio do cliente ao fabricante. A nossa empresa não é responsável por quaisquer defeitos ou danos atribuíveis ao uso indevido, instalação incorreta, operação fora da especificação, substituição de peças não autorizadas e força maior. Além disso, fusíveis e baterias não são cobertos por esta garantia.

### 7.2.1 ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Havendo problemas operacionais, entre em contato com o departamento de suporte técnico por telefone, fax, e-mail ou internet. Na maioria dos casos, os problemas podem ser resolvidos imediatamente.

Por qualquer falha de hardware do instrumento, recomendamos que nossos clientes enviem o instrumento de volta para manutenção. Entre em contato com o departamento de suporte técnico com o número do modelo e número de série da unidade antes de enviar a unidade de volta para nós.

Repare que o custo de conserto somente pode ser determinado após o recebimento e inspeção do instrumento. Um orçamento será enviado para o cliente antes de prosseguir com o serviço.

#### Aviso Importante para Devolução de Produtos

Antes de devolver o instrumento para conserto em garantia ou serviço, leia cuidadosamente o seguinte:

1. Se o item devolvido foi exposto a um ambiente nuclear ou outro tipo de radiação, ou esteve em contato com material perigoso, que poderia colocar em perigo o nosso pessoal, a unidade não será reparada.

2. Se o item devolvido esteve exposto ou em contato com materiais perigosos, mas foi certificado como aparelho isento de perigos por uma organização reconhecida, solicitamos que você forneça essa certificação para o serviço.

3. Se o item devolvido não tiver uma autorização de retorno de material (RMA) associada, ele será devolvido sem nenhum serviço realizado.

## 8.0 APÊNDICE

### 8.1 MANUTENÇÃO E TROCA DA BATERIA

A bateria é do tipo Ni-H recarregável. Portanto, recomenda-se descarregar a bateria, deixando o instrumento ligado (ON) (será automaticamente desligado (OFF) após alguns minutos) a cada 3 meses. Recarregue a bateria novamente até sua capacidade plena com o adaptador de CA fornecido. Geralmente, quando o LED verde estiver acionado, a bateria está aproximadamente 95% carregada e quando o LED vermelho estiver apagado, a bateria está aproximadamente 98% carregada.

Quando a bateria for incapaz de alimentar o instrumento por 2 a 3 horas depois de ter sido totalmente recarregada, isso geralmente indica que a bateria está perto do fim da vida e precisa ser trocada. Consulte o fabricante para substituir o conjunto da bateria.

## 8.2 TABELAS DE TAMANHO DE TUBO

### 8.2.1 TABELAS DE TAMANHO DE TUBO PADRÃO DE COBRE

Classificação: O tubo de cobre é classificado em quatro tipos de especificação diferente, com base na espessura da parede para um determinado diâmetro externo. As tabelas a seguir são para dimensionamento de referência com base na aplicação:

EN 1057 - TIPO Y (ANTERIORMENTE BS 2871 TABELA Y)					
TAMANHO	DIÂMETRO NOMINAL (externo)	ESPESSURA NOMINAL DE PAREDE	PRESSÕES DE TRABALHO MÁX.		
			semi duro	duro	recozido
mm	mm	mm	bar*	bar*	bar*
6	6	0.8	188	223	144
8	8	0.8	136	161	105
10	10	0.8	106	126	82
12	12	0.8	87	104	67
15	15	1.0	87	104	67
18	18	1.0	72	85	55
22	22	1.2	69	84	53
28	28	1.2	55	65	42
35	35	1.5	54	65	41
42	42	1.5	45	54	34
54	54	2.0	47	56	36
66.7	66.7	2.0	37	45	28
76.1	76.1	2.0	33	39	25
108	108	2.5	29	34	22

\*Com base na têmpera designada a 65 °C +1 bar = 0.1N/mm<sup>2</sup> = 105 N/m<sup>2</sup>

uso: trabalhos subterrâneos e requisitos de serviço pesado, incluindo o abastecimento de água quente e fria, reticulação de gás, encanamento sanitário, engenharia de aquecimento e geral.	RUGOSIDADE E DURABILIDADE ADICIONADA
--	--------------------------------------

EN 1057 - TIPO X (ANTERIORMENTE BS 2871 TABELA X)					
TAMANHO	DIÂMETRO NOMINAL (externo)	ESPESSURA NOMINAL DE PAREDE	PRESSÕES DE TRABALHO MÁX.		
			semi duro	duro	recozido
mm	mm	mm	bar*	bar*	bar*
6	6	0.6	133	161	102
8	8	0.6	97	118	75
10	10	0.6	77	93	59
12	12	0.6	63	76	48
15	15	0.7	58	71	45
18	18	0.8	56	67	43
22	22	0.9	51	62	39
28	28	0.9	40	48	31
35	35	1.2	42	51	33
42	42	1.2	35	43	27
54	54	1.2	27	33	21
66.7	66.7	1.2	20	27	17
76.1	76.1	1.5	24	29	18
108	108	1.5	17	20	13
133	133	1.5	14	17	10
159	159	2.0	15	18	12

\*Com base na têmpera designada a 65 °C +1 bar = 0.1N/mm<sup>2</sup> = 105 N/m<sup>2</sup>

uso: serviços acima do solo incluindo abastecimento de água potável, sistemas de água quente e água fria, sanitização, aquecimento central e outras aplicações de uso geral.	ECONÔMICO E RESISTENTE
--	------------------------

en 1057 - tipo Z (anteriormente bs 2871 tabela x)				
TAMANHO	DIÂMETRO NOMINAL (externo)	ESPESSURA NOMINAL DE PAREDE	PRESSÕES DE TRABALHO MÁX.	
mm	mm	mm	bar*	
6	6	0.5		113
8	8	0.5		98
10	10	0.5		78
12	12	0.5		64
15	15	0.5		50
18	18	0.6		50
22	22	0.6		41
28	28	0.6		32
35	35	0.7		30
42	42	0.8		28
54	54	0.9		25
66.7	66.7	1.0		20
76.1	76.3	1.2		19
108	108	1.2		17
133	133	1.5		16
159	159.5	1.5		15

\*Baseado no material em condições de estirado duro a 65°C +1 bar = 0.1N/mm<sup>2</sup> = 105 N/m<sup>2</sup>

uso: serviços acima do solo incluindo abastecimento de água potável, sistemas de água quente e água fria, sanitização, aquecimento central e outras aplicações de uso geral.	FAIXA DE UTILIZAÇÃO DE BAIXO CUSTO
--	------------------------------------

## 8.2.2 TABELAS DE TAMANHO DE TUBO PADRÃO DE PVC

TUBO (mm)	Diâm. Ext.		PN 6		Diâm. Inter- no (mm)		PN 9		Diâm. Inter- no (mm)		PN 12		Diâm. Interno (mm)		PN 18		Diâm. Interno (mm)		Conversão para polegadas
	Espressura da Parede Min (mm)	Max (mm)																	
15	21.20	21.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.40	170	18.25	-		
20	26.60	26.90	-	-	-	-	-	-	1.40	1.70	23.65	1.70	210	22.95	-	-	-	-	
25	33.40	33.70	-	-	-	1.40	1.70	30.45	1.70	2.10	29.75	2.50	300	28.05	-	-	-	-	
32	42.10	42.40	-	-	-	1.70	2.10	38.45	2.20	2.60	37.45	3.20	370	35.35	-	-	-	-	
40	48.10	48.40	1.40	1.70	45.15	1.90	2.30	44.05	2.50	3.00	42.75	3.60	420	40.45	-	-	-	-	
50	60.20	60.50	1.60	2.00	56.75	2.40	2.80	55.15	3.10	3.60	53.65	4.60	530	50.45	-	-	-	-	
65	75.20	75.50	-	-	-	-	-	-	3.90	4.50	66.95	-	-	-	-	-	-	-	
80	88.70	89.10	2.40	2.80	83.70	3.50	4.10	81.30	4.60	5.30	79.00	-	-	-	-	-	-	-	
100	114.10	114.50	3.00	3.50	107.80	4.50	5.20	104.60	5.90	6.70	101.70	-	-	-	-	4"	-	-	
125	140.00	140.40	-	-	-	5.50	6.30	128.40	7.20	8.10	124.90	-	-	-	-	5"	-	-	
150	160.00	160.50	4.20	4.20	151.25	6.30	7.10	146.85	8.30	9.30	142.65	12.00	13.60	134.65	-	6"	-	-	
175	200.00	200.50	-	-	-	7.10	8.00	185.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
177	177.10	177.60	-	-	-	-	-	-	9.20	10.30	157.85	-	-	-	-	7 1/4"	-	-	
200	225.00	225.60	5.40	6.10	213.80	7.90	8.90	208.50	10.50	11.70	203.10	-	-	-	-	8"	-	-	
225	250.00	250.70	-	-	-	-	-	-	11.60	13.00	225.75	-	-	-	-	9"	-	-	
250	280.00	288.80	-	-	-	-	-	-	13.00	14.50	252.90	-	-	-	-	10"	-	-	
300	315.00	315.90	-	-	-	-	-	-	14.70	16.30	284.45	-	-	-	-	12"	-	-	

### 8.2.3 TABELAS DE TAMANHO DE TUBO PADRÃO DE AÇO

Tabela A1: Dados de Tamanho de Tubo Padrão ANSI para Tubos de Aço Carbono e de Aço Inox

TAMANHO NOMINAL DO TUBO (POL)	DIÂMETRO EXTERNO (pol)	ESPESSURA DA PAREDE (POL)	ANSI B 36.10	ANSI B 36.10	ANSI B 36.19
			aço carbono espessura da parede	aço carbono número schedule	Aço Inox número schedule
1/8	0.405	0.049	-	-	10s
		0.068	std	40	40s
		0.095	xs	80	80s
1/4	0.540	0.065	-	-	10s
		0.088	std	40	40s
		0.119	xs	80	80s
3/8	0.675	0.065	-	-	10s
		0.091	std	40	40s
		0.126	xs	80	80s
1/2	0.840	0.065	-	-	5s
		0.083	-	-	10s
		0.109	std	40	40s
		0.147	xs	80	80s
		0.187	-	160	-
		0.294	xxs	-	-
		0.065	-	-	5s
		0.083	-	-	10s
3/4	1.050	0.113	std	40	40s
		0.154	xs	80	80s
		0.218	-	160	-
		0.308	xxs	-	-
		0.065	-	-	5s
		0.109	-	-	10s
		0.133	std	40	40s
		0.179	xs	80	80s
1	1.315	0.250	-	160	-
		0.358	xxs	-	-
		0.065	-	-	5s
		0.109	-	-	10s
		0.133	std	40	40s
		0.179	xs	80	80s
		0.250	-	160	-
		0.358	xxs	-	-
1 1/4	1.660	0.065	-	-	5s
		0.109	-	-	10s
		0.140	std	40	40s
		0.191	xs	80	80s
		0.250	-	160	-
		0.382	xxs	-	-
		0.065	-	-	5s
		0.109	-	-	10s
1 1/2	1.900	0.145	std	40	40s
		0.200	xs	80	80s
		0.281	-	160	-
		0.400	xx	-	-
		0.065	-	-	5s
		0.109	-	-	10s
		0.145	std	40	40s
		0.200	xs	80	80s
2	2.375	0.281	-	160	-
		0.400	xx	-	-
		0.065	-	-	5s
		0.109	-	-	10s
		0.154	std	40	40s
		0.218	xs	80	80s
		0.344	-	160	-
		0.436	xxs	-	-

*Tabela A1: (Continuação) Dados de Tamanho de Tubo Padrão ANSI para Tubos de Aço Carbono e de Aço Inox*

Tamanho nominal do Tubo (pol)	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da parede (pol)	ANSI B 36.10		Número Schedule	Número Schedule
			Aço Carbono	Aço Carbono		
			Espessura da Parede	Número Schedule		
2 1/2	2.875	0.083	-	-	5S	
		0.120	-	-	10S	
		0.203	-	40	40S	
		0.276	STD	80	80S	
		0.375	XS	160	-	
		0.552	-	-	-	
3	3.500	0.083	XXS	-	5S	
		0.120	-	-	10S	
		0.216	-	40	40S	
		0.300	STD	80	80S	
		0.438	XS	160	-	
		0.600	-	-	-	
3 1/2	4.000	0.083	XXS-	-	5S	
		0.120	-	-	10S	
		0.226	STD	40	40S	
		0.318	XS	80	80S	
		0.636	XXS	-	-	
		0.083	-	-	5S	
4	4.500	0.120	-	-	10S	
		0.237	STD	40	40S	
		0.337	XS	80	80S	
		0.438	-	120	-	
		0.531	-	160	-	
		0.674	XXS	-	-	
5	5.536	0.109	-	-	5S	
		0.134	-	-	10S	
		0.258	STD	40	40S	
		0.375	XS	80	80S	
		0.500	-	120	-	
		0.625	-	160	-	
6	6.625	0.750	XXS	-	-	
		0.109	-	-	5S	
		0.134	-	-	10S	
		0.280	STD	40	40S	
		0.432	XS	80	80S	
		0.562	-	120	-	

*Tabela A1: (Continuação) Dados de Tamanho de Tubo Padrão ANSI para Tubos de Aço Carbono e de Aço Inox*

TAMANHO NOMINAL DO TUBO (POL)	DIÂMETRO EXTERNO (POL)	ESPESURA DA PAREDE (POL)	ANSI B 36.10		ANSI B 36.10	ANSI B 36.19
			aço carbono	espessura da parede	aço carbono	Aço Inox
			número schedule	número schedule		
8	8.625	0.109	-	-	-	5s
		0.148	-	-	-	10s
		0.250	-	20	-	-
		0.277	-	30	-	-
		0.322	std	40	40s	-
		0.406	-	60	-	-
		0.500	xs	80	80s	-
		0.594	-	100	-	-
		0.719	-	120	-	-
		0.812	-	140	-	-
		0.875	XxS	-	-	-
		0.906	-	160	-	-
		0.134	-	-	-	5s
		0.165	-	-	-	10s
10	10.750	0.250	-	20	-	-
		0.307	-	30	-	-
		0.365	std	40	40s	-
		0.500	xs	60	80s	-
		0.594	-	80	-	-
		0.719	-	100	-	-
		0.844	-	120	-	-
		1.000	xxs	140	-	-
		0.156	-	-	-	5s
		0.180	-	-	-	10s
		0.250	-	20	-	-
		0.330	-	30	-	-
		0.375	std	-	-	40s
		0.406	-	40	-	-
12	12.750	0.500	xs	-	-	80s
		0.562	-	60	-	-
		0.688	-	80	-	-
		0.844	-	100	-	-
		1.000	xxs	120	-	-
		1.125	-	140	-	-
		1.312	-	160	-	-

*Tabela A1: (Continuação) Dados de Tamanho de Tubo Padrão ANSI para Tubos de Aço Carbono e de Aço Inox*

Tamanho nominal do Tubo (pol)	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da parede (pol)	ANSI B 36.10		ANSI B 36.10		ANSI B 36.19	
			Aço Carbono		Aço Carbono		Aço Inox	
			Espessura da Parede	Número Schedule				
14	14.000	0.156	-	-	-	5S		
		0.188	-	-	-	10S		
		0.250	-	10		-		
		0.312	-	20		-		
		0.375	STD	30		-		
		0.438	-	40		-		
		0.500	XS	-	-	-		
		0.594	-	60		-		
		0.625	XXS	-	-	-		
		0.750	-	100		-		
		0.938	-	120		-		
		1.094	-	140		-		
		1.250	-	160		-		
		1.406	-	-	-	-		
		0.165	-	-	-	5S		
16	16.000	0.188	-	-	-	10S		
		0.250	-	10		-		
		0.312	-	20		-		
		0.375	STD	30		-		
		0.500	XS	40		-		
		0.656	-	60		-		
		0.844	-	80		-		
		1.031	-	100		-		
		1.219	-	120		-		
		1.439	-	140		-		
		1.549	-	160		-		
		0.165	-	-	-	5s		
		0.188	-	-	-	10s		
		0.250	-	10		-		
		0.312	-	20		-		
18	18.000	0.375	STD	-	-	-		
		0.438	-	30		-		
		0.500	XS	-	-	-		
		0.562	-	40		-		
		0.750	-	60		-		
		0.938	-	80		-		
		1.156	-	100		-		
		1.374	-	120		-		
		1.562	-	140		-		
		1.781	-	160		-		

*Tabela A1: (Continuação) Dados de Tamanho de Tubo Padrão ANSI para Tubos de Aço Carbono e de Aço Inox*

Tamanho nominal do Tubo (pol)	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da parede (pol)	ANSI B 36.10	ANSI B 36.10	ANSI B 36.19
			Aço Carbono	Aço Carbono	Aço Inox
			Espessura da Parede	Número Schedule	Número Schedule
14	14.000	0.156	-	-	5S
		0.188	-	-	10S
		0.250	-	10	-
		0.312	-	20	-
		0.375	STD	30	-
		0.438	-	40	-
		0.500	XS	-	-
		0.594	-	60	-
		0.625	XXS	-	-
		0.750	-	100	-
		0.938	-	120	-
		1.094	-	140	-
		1.250	-	160	-
		1.406	-	-	-
16	16.000	0.165	-	-	5S
		0.188	-	-	10S
		0.250	-	10	-
		0.312	-	20	-
		0.375	STD	30	-
		0.500	XS	40	-
		0.656	-	60	-
		0.844	-	80	-
		1.031	-	100	-
		1.219	-	120	-
		1.439	-	140	-
		1.549	-	160	-
		0.165	-	-	5s
		0.188	-	-	10s
18	18.000	0.250	-	10	-
		0.312	-	20	-
		0.375	STD	-	-
		0.438	-	30	-
		0.500	XS	-	-
		0.562	-	40	-
		0.750	-	60	-
		0.938	-	80	-
		1.156	-	100	-
		1.374	-	120	-
		1.562	-	140	-
		1.781	-	160	-

*Tabela A1: (Continuação) Dados de Tamanho de Tubo Padrão ANSI para Tubos de Aço Carbono e de Aço Inox*

Tamanho nominal do Tubo (pol)	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da parede (pol)	ANSI B 36.10	ANSI B 36.10	ANSI B 36.19
			Aço Carbono	Aço Carbono	Aço Inox
			Espessura da Parede	Número Schedule	Número Schedule
20	20.000	0.188	-	-	55
		0.218	-	-	10S
		0.250	-	10	-
		0.375	STD	20	-
		0.500	XS	30	-
		0.594	-	40	-
		0.812	-	60	-
		1.031	-	80	-
		1.281	-	100	-
		1.500	-	120	-
		1.750	-	140	-
		1.969	-	160	-
		0.188	-	-	-
22	22.000	0.218	-	-	-
		0.250	-	10	55
		0.375	STD	20	10S
		0.500	-	40	-
		0.875	-	60	-
		1.125	-	80	-
		1.375	-	100	-
		1.625	-	120	-
		1.875	-	140	-
		2.215	-	160	-
		0.218	-	120	-
		0.250	-	140	-
		0.375	-	160	-
24	24.000	0.500	STD	-	5s
		0.562	XS	-	10s
		0.688	-	10	-
		0.969	-	20	-
		1.219	-	-	-
		1.531	-	30	-
		1.812	-	-	-
		2.062	-	40	-
		2.344	-	60	-
		0.312	-	80	-
		0.375	STD	100	-
		0.500	XS	120	-
		0.312	-	140	-
26	26.000	0.375	STD	160	-
		0.500	XS	-	-
		0.312	-	140	-
		0.375	STD	160	-
28	28.000	0.500	XS	-	-
		0.625	-	-	-

*Tabela A1: (Continuação) Dados de Tamanho de Tubo Padrão ANSI para Tubos de Aço Carbono e de Aço Inox*

TAMANHO NÔMINAL DO TUBO (POL)	DIÂMETRO EXTERNO (POL)	ESPESSURA DA PAREDE (POL)	ANSI B 36.10		ANSI B 36.19	
			aço carbono	espessura da parede	aço carbono	Aço Inox
			número schedule	número schedule		
30	30.00	0.250	-	-	-	5s
		0.312	-	-	10	10s
		0.375	std	-	-	-
		0.500	xs	20	-	-
		0.625	-	30	-	-
		0.750	-	40	-	-
		0.344	-	10	10s	-
34	34.000	0.375	std	-	-	-
		0.500	xs	20	-	-
		0.625	-	30	-	-
		0.688	-	40	-	-
		0.312	-	10	10s	-
		0.375	std	-	-	-
		0.500	xs	20	-	-
36	36.000	0.625	-	30	-	-
		0.750	-	40	-	-
		0.375	std	-	-	-
		0.500	xs	20	-	-
		0.625	-	30	-	-
		0.750	-	40	-	-
		0.375	std	-	-	-
42	42.000	0.500	xs	20	-	-
		0.625	-	30	-	-
		0.750	-	40	-	-
		0.375	std	-	-	-
		0.500	xs	-	-	-
		0.625	-	-	-	-
		0.750	-	-	-	-
48	48.000	0.500	xs	-	-	-
		0.500	xs	-	-	-

#### 8.2.4 TABELAS DE TAMANHO DE TUBO PADRÃO DE FERRO FUNDIDO

*Tabela A2: Classes Padrão de Tubo de Ferro Fundido*

Tamanho Nominal do Tubo (pol)	Classe A		Classe B		Classe C		Classe D	
	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da Parede (pol)	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da Parede (pol)	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da Parede (pol)	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da Parede (pol)
3	3.80	0.39	3.96	0.42	3.96	0.45	3.96	0.48
4	4.80	0.42	5.00	0.45	5.00	0.48	5.0	0.52
6	6.90	0.44	7.10	0.48	7.10	0.51	7.10	0.55
8	9.05	0.46	9.05	0.51	9.30	0.56	9.30	0.60
10	11.10	0.50	11.10	0.57	11.40	0.62	11.40	0.68
12	13.20	0.54	13.20	0.62	13.50	0.68	13.50	0.75
14	15.30	0.57	15.30	0.66	15.65	0.74	15.65	0.82
16	7.40	0.60	17.40	0.70	17.80	0.80	17.80	0.89
18	19.50	0.64	19.50	0.75	19.92	0.87	19.92	0.96
20	21.60	0.67	21.60	0.80	22.06	0.92	22.06	1.03
24	25.80	0.76	25.80	0.89	26.32	1.05	26.32	1.16
30	31.74	0.88	32.00	1.03	32.40	1.20	32.74	1.37
32	37.96	0.99	38.30	1.15	38.70	1.36	39.16	1.58
42	44.20	1.10	44.50	1.28	45.10	1.54	45.58	1.78
48	50.50	1.26	50.80	1.42	51.40	1.71	51.98	1.99
54	56.66	1.35	57.10	1.55	57.80	1.90	58.40	2.23
60	62.80	1.39	63.40	1.67	64.20	2.00	64.82	2.38
72	75.34	1.62	76.00	1.95	76.88	2.39		
84	87.54	1.72	88.54	2.22				

Tabela A2: (Continuação) Classes Padrão de Tubo

Tamanho Nominal do Tubo (pol)	Classe E		Classe F		Classe G		Classe H	
	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da Parede (pol)	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da Parede (pol)	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da Parede (pol)	Diâmetro Externo (pol)	Espessura da Parede (pol)
3								
4								
6	7.22	0.58	7.22	0.61	7.38	0.65	7.38	0.69
8	9.42	0.66	9.42	0.66	9.60	0.75	9.60	0.80
10	11.60	0.74	11.60	0.80	11.84	0.86	11.84	0.92
12	13.78	0.82	13.78	0.89	14.08	0.97	13.50	1.04
14	15.98	0.90	15.98	0.99	16.32	1.07	16.32	1.16
16	18.16	0.90	18.16	1.08	18.54	1.18	18.54	1.27
18	20.34	1.07	20.34	1.17	20.78	1.28	20.78	1.39
20	22.54	1.15	22.54	1.27	23.02	1.39	23.02	1.51
24	26.90	1.31	26.90	1.45	27.76	1.75	27.76	1.88
30	33.10	1.55	33.46	1.73				
32	39.60	1.80	40.04	2.02				

### 8.2.5 TABELAS DE TAMANHO DE TUBO PADRÃO DE FERRO DÚCTIL

Tabela A3: Classes Padrão de Tubo de Ferro Dúctil

tamanho nominal do tubo (pol)	diâmetro Externo (pol)	classe 50	espessura da parede do tubo (pol)					
			classe 51	classe 52	classe 53	classe 54	classe 55	classe 56
3	3.96		0.25	0.28	0.31	0.43	0.37	0.40
4	4.80		0.26	0.29	0.32	0.35	0.38	0.41
6	6.90	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43
8	9.05	0.27	0.30	0.33	0.36	0.39	0.42	0.45
10	11.10	0.29	0.32	0.35	0.38	0.44	0.47	
12	13.20	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49
14	15.30	0.33	0.36	0.39	0.42	0.45	0.48	0.51
16	17.40	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.52
18	19.50	0.35	0.38	0.41	0.44	0.47	0.50	0.53
20	21.60	0.36	0.39	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54
24	25.80	0.38	0.41	0.44	0.47	0.50	0.53	0.56
30	32.00				0.51	0.55	0.59	0.63
32	38.30				0.58	0.63	0.68	0.73
42	44.50				0.65	0.71	0.77	0.83
48	50.80				0.72	0.79	0.86	0.93
54	57.10				0.81	0.89	0.97	1.05

## 8.3 TABELAS DE VELOCIDADE DO SOM

### 8.3.1 DADOS DE VELOCIDADE DO SOM DE SÓLIDOS

Tabela A4: Dados de velocidade do som de sólidos

Material	Velocidade do Som Onda Transversal ( 25(d) )		Velocidade do Som Onda Longitudinal ( 25(d) )	
	m/s	pé/s	mm/μs	pol/μs
Aço, 1% carbono, endurecido	3,150	10,335	5.88	0.2315
Aço Carbono	3,230	10,598	5.89	0.2319
Aço Doce	3,235	10,614	5.89	0.2319
Aço , 1% Carbono	3,220	10,565		
Aço Inox 302	3,120	10,236	5.690	0.224
Aço Inox 303	3,120	10,236	5.640	0.222
Aço Inox 304	3,141	10,306	5.920	0.233
Aço Inox 304L	3,070	10,073	5.790	0.228
Aço Inox 316	3,272	10,735	5.720	0.225
Aço Inox 347	3,095	10,512	5.720	0.225
Alumínio	3,100	10,171	6.32	0.2488
Alumínio (laminado)	3,040	9,974		
Cobre	2,260	7,415	4.66	0.1835
Cobre (recozido)	2,235	7,628		
Cobre (laminado)	2,270	7,448		
CuNi (70%Cu 30%Ni)	2,540	8,334	5.03	0.1980
CuNi (90%Cu 10%Ni)	2,060	6,759	4.01	0.1579
Latão (Naval)	2,120	6,923	4.43	0.1744
Ouro (estirado duro)	1,200	3,937	3.24	0.1276
Inconel	3,020	9,909	5.82	0.2291
Ferro (eletrolítico)	3,240	10,630	5.90	0.2323
Ferro (Armco)	3,240	10,630	5.90	02323
Ferro dúctil	3,000	9,843		
Ferro Fundido	2,500	8,203	4.55	0.1791
Monel	2,720	8,924	5.35	0.2106
Níquel	2,960	9,712	5.63	0.2217
Estanho, laminado	1,670	5,479	3.32	0.1307
Titânio	3,125	10,253	6.10	0.2402
Tungstênio, recozido	2,890	9,482	5.18	0.2039
Tungstênio, estirado	2,640	8,661		
Tungstênio, carboneto	3,980	13,058		
Zinco, laminado	2,440	8,005	4.17	0.1642
Vidro, Pyrex	3,280	10,761	5.61	0.2209
Vidro de chumbo	2,380	7,808		
Vidro Borato leve	1,150	9,318	5.26	0.2071
Nylon	1,150	3,772	2.40	0.0945
Nylon , 6-6	1,070	3,510		
Polietileno (Baixa Densidade)			2.31	0.0909
Polietileno (Baixa Densidade)	540	1,772	1.94	0.0764
PVC, CPVC	1,060	3,477	2.40	0.0945
Acrílico	1,430	4,690	2.73	0.1075
Cimento Amianto			2.20	0.0866
Epóxi Alcatrão			2.00	0.0787
Argamassa			2.50	0.0984
Borracha			1.90	0.00748

### 8.3.2 VELOCIDADE DO SOM NA ÁGUA

*Tabela A5: Velocidade do som na água na pressão da atmosférica. Unidade T (°C) V (m/s)*

t	v	t	v	t	v	t	v
0	1402.3	25	1496.6	50	1542.5	75	1555.1
1	1407.3	26	1499.2	51	1543.5	76	1555.0
2	1412.2	27	1501.8	52	1544.6	77	1554.9
3	1416.9	28	1504.3	53	1545.5	78	1554.8
4	1421.6	29	1506.7	54	1546.4	79	1554.6
5	1426.1	30	1509.0	55	1547.3	80	1554.4
6	1430.5	31	1511.3	56	1548.1	81	1554.2
7	1434.8	32	1513.5	57	1548.9	82	1553.9
8	1439.1	33	1515.7	58	1549.6	83	1553.6
9	1443.2	34	1517.7	59	1550.3	84	1553.2
10	1447.2	35	1519.7	60	1550.9	85	1552.8
11	1451.1	36	1521.7	61	1551.5	86	1552.4
12	1454.9	37	1523.5	62	1552.0	87	1552.0
13	1458.7	38	1525.3	63	1552.5	88	1551.5
14	1462.3	39	1527.1	64	1553.0	89	1551.0
15	1465.8	40	1528.8	65	1553.4	90	1550.4
16	1469.3	41	1530.4	66	1553.7	91	1549.8
17	1472.7	42	1532.0	67	1554.0	92	1549.2
18	1476.0	43	1533.5	68	1554.3	93	1548.5
19	1479.1	44	1534.9	69	1554.5	94	1547.5
20	1482.3	45	1536.3	70	1554.7	95	1547.1
21	1485.3	46	1537.7	71	1554.9	96	1546.3
22	1488.2	47	1538.9	72	1555.0	97	1545.6
23	1491.1	48	1540.2	73	1555.0	98	1544.7
24	1493.9	49	1541.3	74	1555.1	99	1543.9

### 8.3.3 VELOCIDADE DO SOM EM LÍQUIDOS

Tabela A6: Velocidade do Som em Líquidos

Substância	Fórmula Química	Todos os dados fornecidos a 25 °C (77 °F), salvo indicação contrária.					
		Gravidade Específica	Velocidade do Som		v/ °C	Viscosidade Cinemática x 10 <sup>-6</sup>	
			m/s	pé/s	m/s/ °C	m <sup>2</sup> /s	pé <sup>2</sup> /s
Anidrido Acético (22)	(CH <sub>3</sub> CO)O	1.082(20 °C)	1,180	3,871.4	2.5	0.769	8.274
Ácido acético, anidrido (22)	(CH <sub>3</sub> CO)O	1.082(20 °C)	1,180	3,871.4	2.5	0.769	8.274
Ácido acético, nitrilo	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N	0.783	1,290	4,232.3	4.1	0.441	4.745
Ácido acético, etil éster (33)	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	0.901	1,085	3,559.7	4.4	0.467	5.025
Ácido acético, metil éster	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	0.934	1,211	3,973.1		0.407	4.379
Acetona	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	0.791	1,174	3,851.7	4.5	0.399	4.293
Acetonitrilo	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N	0.783	1,290	4,232.3	4.1	0.441	4.745
Acetonilacetona	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	0.729	1,399	4,589.9	3.6		
Dicloreto de acetileno	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	1.26	1,015	3,330.1	3.8	0.400	4.304
Tetrabrometo de acetileno (47)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Br <sub>4</sub>	2.966	1,027	3,369.4			
Tetracloreto de acetileno (47)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	1.595	1,147	3,763.1		1.156(15 °C)	12.438(59°F)
Álcool	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	0.789	1,207	3,960	4.0	1.396	
Alcazeno-13	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.86	1,317	4,320.9	3.9		15.02
Alcazeno-25	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> Cl <sub>2</sub>	1.20	1,307	4,288.1	3.4		
2-Amino-etanol	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO	1.018	1,724	5,656.2	3.4		
2-Aminotolidina (46)	C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> N	0.999(20 °C)	1,618	5,308.4		4.394(20 °C)	47.279(68°F)
4-Aminotolidina (46)	C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> N	0.999(45 °C)	1,480	4,855.6		1.863(50 °C)	20.045(122°F)
Amônia (35)	NH <sub>3</sub>	0.771	1,729(-33 °C) (d)	5,672.6 (-27°F)	6.68	0.292 (-33 °C)	3.141 (-27°F)
Poliolefina amorfa		0.98	962.6 (190 °C)	3158.2 (374°F)		26.600	286.000
Álcool t-amílico	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	0.81	1,204	3,950.1		4.374	47.064
Aminobenzeno (41)	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	1.022	1,639	5,377.3	4.0	3.63	39.058
Anilina (41)	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	1.022	1,639	5,377.3	4.1	3.63	39.058
Argônio (45)	Ar	1.400 (-188 °C)	853 (-188 °C)	2798.6 (-306°F)			
Azina	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N	0.982	1,415	4,642.4	4.1	0.992 (20°C)	10.673(68°F)
Benzeno (29,40,41)	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0.879	1,306	4,284.8	4.65	0.711	7.65
Benzol (29,40,41)	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0.879	1,306	4,284.8	4.65	0.711	7.65
Bromina (21)	Br <sub>2</sub>	2.928	889	2,916.7	3.0	0.323	3.475
Bromo-benzeno (46)	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Br	1.522	1,170 (20°C)	3,838.6 (68°F)		0.693	7.456
1-Bromo-butano (46)	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> Br	1.276 (20°C)	1,019 (20°C)	3,343.2 (68°F)		0.49 (15°C)	5.272 (59°F)
Bromo-etano (46)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br	1.460 (20°C)	900 (20°C)	2,952.8 (68°F)		0.275	2.959
Bromofórmio (46,47)	CHBr <sub>3</sub>	2.89 (20°C)	918	3,011.8	3.1	0.654	7.037
n-Butano (2)	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.601 (0°C)	1,085 (-5°C)	3,559.7 (23°F)	5.8		
2-Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0.81	1,240		3.3	3.239	34.851
Sec-Butil álcool	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0.81	1,240	4,068.2	3.3	3.239	34.851
n-Butil brometo (46)	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> Br	1.276 (20°C)	1,019 (20°C)	3,343.2 (68°F)		0.49 (15°C)	5.272 (59°F)

### 8.3.3 VELOCIDADE DO SOM EM LÍQUIDOS

Tabela A6: Velocidade do Som em Líquidos

Substância	Fórmula Química	Todos os dados fornecidos a 25 °C (77 °F), salvo indicação contrária.					
		Gravidade Específica	Velocidade do Som		v/°C	Viscosidade Cinemática x 10 <sup>-6</sup>	
			m/s	pé/s	m/s/°C	m <sup>2</sup> /s	pé <sup>2</sup> /s
n-Butil cloreto (22,46)	C4H9CL	1.082(20 °C)	1,180	3,871.4	2.5	0.769	8.274
Tert Butil cloreto	C4H9CL	1.082(20 °C)	1,180	3,871.4	2.5	0.769	8.274
Butil oleato	C22H42O2	0.783	1,290	4,232.3	4.1	0.441	4.745
2,3-Butileno glicol	C4H10O2	0.901	1,085	3,559.7	4.4	0.467	5.025
Cádmio (7)	CD	0.934	1,211	3,973.1		0.407	4.379
Carbinol (40,41)	CH4O	0.791 (20°C)	1,076	3,530.2	2.92	0.695	7.478
Carbitol	C6H14O3	0.988	1,458	4,783.5			
Dióxido de carbono (26)	CO2	1.101 (-37°C)	839 (-37°C)	2,752.6 (-35°F)	7.71	0.137 (-37°C)	1.474 (-35°F)
Dissulfeto de Carbono	CS2	1.261(22°C)	1,149	3,769.7		0.278	2.991
Tetracloreto de carbono (33,35,47)	CCL4	1.595 (20°C)	929	3038.1	2.48	0.607	6.531
Tetrafluoreto de carbono (14) (Freon 14)	CF4	1.75 (-150°C)	875.2 (-150°C)	2,871.5 (-238°F)	6.61		
Cetano (23)	C16H34	0.773 (20°C)	1,338	4,389.8	3.71	4.32	46.483
Cloro-benzeno	C6H5CL	1.106	1,273	4,176.5	3.6	0.722	7.768
1-Cloro-butano (22,46)	C4H9CL	0.887	1,140	3,740.2	4.57	0.529 (15°C)	5.692 (59°F)
Cloro-diFluorometano (3)(Freon 22)	CHCLF2	1.491 (-69°C)	893.9 (-50°C)	2,932.7 (-58°F)	4.79		
Clorofórmio (47)	CHCL3	1.489	979	3,211.9	3.4	0.55	5.918
1-Cloro-propano (47)	C3H7CL	0.892	1,058	3,471.1		0.378	4.067
Cloro-trifluorometano (5)	CCLF3		724 (-82°C)	2,375.3 (-116°F)	5.26		
Cinamaldeído	C9H8O	1.112	1,554	5,098.4	3.2		
Aldeído cinâmico	C9H8O	1.112	1,554	5,098.4	3.2		
Colamina	C2H7NO	1.018	1,724	5,656.2	3.4		
o-Cresol (46)	C7H8O	1.047 (20°C)	1,541 (20°C)	5,055.8 (68°F)		4.29 (40°C)	46.16 (104°F)
m-Cresol (46)	C7H8O	1.034 (20°C)	1,500 (20°C)	4,923.1 (68°F)		5.979 (40°C)	64.334 (104°F)
Cianometano	C2H3N	0.783	1,290	4,232.3	4.1	0.441	4.745
Ciclo-hexano (15)	C6H12	0.779 (20°C)	1,248	4,094.5	5.41	1.31 (17°C)	14.095 (63°F)
Ciclohexanol	C6H12O	0.962	1,454	4,770.3	3.6	0.071 (17(d))	0.764 (63°F)
Ciclohexanona	C6H10O	0.948	1,423	4,668.6	4.0		
Decano (46)	C10H20	0.730	1,252	4,107.6		1.26 (20°C)	13.55 (68°F)
1-Deceno (27)	C10H20	0.746	1,235	4,051.8	4.0		
n-Deceno (27)	C10H20	0.746	1,235	4,051.8	4.0		
Diacetil	C4H6O	0.99	1,236	4,055.1	4.6		

Tabela A6: (Continuação) Velocidade do Som em Líquidos

Substância	Fórmula Química	Todos os dados fornecidos a 25 °C (77 °F), salvo indicação contrária.					
		Gravidade Específica	Velocidade do Som		v/ °C	Viscosidade Cinemática × 10 <sup>-6</sup>	
			m/s	pé/s	m/s/°C	m <sup>2</sup> /s	pé <sup>2</sup> /s
Diamilamina	C10H23N		1.256	4,120.7			
1,2Dibromoetano (47)	C2H4Br2	2.18	995	3,264.4			
trans-1,2-Dibromoetano (47)	C2H2Br2	2.231	935	3,067.6			
Dibutil ftalato	C8H22O4		1,408	4,619.4			
Dicloro-t-butil álcool	C4H8Cl2O		1,304	4,278.2	3.8		
2,3 Diclorodioxane	C2H6Cl2O2		1,391	4,563.6	3.7		
Diclorodifluorometano (3)(Freon 12)	CCl2F2	1.516 (40°C)	774.1	2,539.7	4.24		
1,2Dicloro etano (47)	C2H2Cl2	1.253	1,193	3,914		0.61	6.563
cis1,2-Dicloro-etano (3,47)	CHCl2F	1.284	1,061	3,481			
trans1,2-Dicloro-etano (3,47)	C4Cl2F6	1.257	1,010	3,313.6			
Dicloro-fluorometano (3)(Freon21)	C4H8Cl2	1.426 (0°C)	891 (0°C)	2,923.2 (32°F)	3.97		
1-2-Diclorohexafluorociclobutano (47)	CCl2F-CCl2F	1.654	669	2,914.9			
1-3-Dicloro-isobutano	C4H10O	1.14	1,220	4,002.6	3.4		
Dicloro metano (3)	C4H10O3	1.327	1,070	3,510.5	3.94	0.31	3.335
1,1-Dicloro-1,2,2,2 tetra fluorometano	C6H14O3	1.455	665.3 (-10°C)	2,182.7 (14°F)	3.73		
Éter dietílico	C4H9NO	0.713	985	3,231.6	4.87	0.311	3.346
Dietileno glicol	C4H8(NF2)2	1.116	1,586	5,203.4	2.4		
Dietileno glicol	C4H9(NF2)2	0.988	1,458	4,783.5			
Éter monoetílico							
Óxido de Dietilemina	C3H6(NF2)2	1.00	1,442	4,731	3.8		
1,2-bis(DiFluoramino) butano (43)	C10H23N	1.216	1,000	3,280.8			
1,2-bis (DiFluoramino)-2-metilpropano(43)	C2H4Br2	1.213	900	2,952.8			
1,2-bis(DiFluoramina) propano (43)	C2H2Br2	1.265	960	3,149.6			
2, 2-bis (Difluoramino propano (43)	C3H6(NF2)2	1.254	890	2920			
2,2- Éter dihidroxietil	C4H10O3	1.116	1,586	5,2034	2.4		
Dihidroxietano	C2H6O2	1.113	1,658	5,439.6	2.1		
1,3-Dimetil-benzeno (46)	C8H10	0.868 (15°C)	1,343 (20°C)	4,406.2 (68°F)		0.749 (15°C)	8.059 (59°F)
1,2-Dimetil-benzeno (29,46)	C8H10	0.897 (20°C)	1,331.5	4,368.4	4.1	0.903 (20°C)	9.716 (68°F)
1,4-Dimetil-benzeno (46)	C8H10		1,334 (20°C)	4,376.6 (68°F)		0.662	7.123
2,2Dimetil-butano (29,33)	C6H14	0.649 (20°C)	1,079	3,540			
Dimetil cetona	C3H6O	0.791	1,174	3,851.7	4.5	0.399	4.293
Dimetylpentano (47)	C7H16	0.674	1,063	3,487.5			
Dimetil ftalato	C8H10O4	1.2	1,463	4,799.9			
Diodometano	CH2I2	3.235	980	3,215.2			
Dioxano	C4H8O2	1.033	1,376	4,514.4			
Dodecano (23)	Cl2H26	0.749	1,279	4,196.2	3.85	1.80	19.368

Tabela A6: (Continuação) Velocidade do Som em Líquidos

Substância	Fórmula Química	Todos os dados fornecidos a 25 °C (77 °F), salvo indicação contrária.					
		Gravidade Específica	Velocidade do Som		v/°C	Viscosidade Cinemática x 10 <sup>-6</sup>	
			m/s	pé/s	m/s/°C	m <sup>2</sup> /s	pé <sup>2</sup> /s
1,2Etanodiol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	1.113	1,658	5,439.6			
Etanonitrilo	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N	0.783	1,290	4,232.3		0.441	4.745
Anidrido etanóico (22)	(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	1.082	1,180	3,871.4		0.769	8.274
Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	0.789	1,207	3,690	4.0	1.39	14.956
Amida de etanol	C <sub>2</sub> HNO	1.018	1,338 (20°C)	5,656.2	3.4		
Etoxietano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0.713	900 (20°C)	3,231.6	4.87	0.311	3.346
Acetato de etila (33)	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	0.901	876 (20°C)	3,559.7	4.4	0.489	5.263
Álcool Etil	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	0.789	890	3,960	4.0		15.020
Etil benzeno (46)	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	0.867 (20°C)	1,586	4,389.8 (68°F)		0.797 (17°C)	8.575 (63°F)
Brometo de etila (46)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br	1.456 (20°C)	1,658	2,952.8 (68°F)		0.275 (20°C)	2.959 (68°F)
Iodeto de etila (46)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> I	1.950 (20°C)	1,343 (20°C)	2874 (68°F)		0.29	3.12
Éter	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0.713	985	3231.6	4.87	0.311	3.346
Éter etílico	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0.713	985	3231.6	4.87	0.311	3.346
Brometo de etileno (47)	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>2</sub>	2.18	995	3264.4		0.79	8.5
Cloreto de etileno (47)	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	1.253	1,193	3914		0.61	6.563
Etilenoglicol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	1.113	1,658	5439.6	2.1	17.208 (20°C)	185.158 (68°F)
d-Fenochone	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	0.974	1,320	4330.7		0.22	2.367
d-2-Fenechanone	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	0.974	1,320	4330.7		0.22	2.367
Flúor	F	0.545 (-143°C)	403 (-143(d))	1322.2 (-225°F)	11.31		
Fluoro-benzeno (46)	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> F	1.024 (20°C)	1,189	3900.9		0.584 (20°C)	6.283 (68°F)
Formaldeído, éster metílico	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	0.974	1,127	3697.5	4.02		
Formamida	CH <sub>3</sub> NO	1.134 (20°C)	1,622	5321.5	2.2	2.91	31.311
Ácido fórmico, amida	CH <sub>3</sub> NO	1.134 (20°C)	1,622	5321.5		2.91	31.311
Freon R12			774.2	2540			
Furfural	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	1.157	1,444	4737.5	3.7		
Álcool furfúlico	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	1.135	1,450	4757.5	3.4		
Fural	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	1.157	1,444	4737.5	3.7		
2-Aldeído furfural	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	1.157	1,444	4737.5	3.7		
2-Furano carboxaldeído	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	1.157	1,444	4737.5	3.7		
2-Furilmetanol	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	1.135	1,450	4757.2	3.4		
Gálio	Ga	6.095	2,870 (30°C)	9416 (86°F)			
Glicerina	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	1.26	1,904	6246.7	2.2	757.1	
Glicerol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	1.26	1,904	6246.7	2.2	757.1	
Glicol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	1.113	1658	5439.6	2.1		8,081.836
50%Glicol/50%H <sub>2</sub> O			1,578	5,177			8,081.836

**Tabela A6: (Continuação) Velocidade do Som em Líquidos**

Substância	Fórmula Química	Todos os dados fornecidos a 25 °C (77 °F), salvo indicação contrária.					
		Gravidade Específica	Velocidade do Som		v/ °C	Viscosidade Cinemática x 10 <sup>-6</sup>	
			m/s	pé/s	m/s/°C	m <sup>2</sup> /s	pé <sup>2</sup> /s
Hélio (45)	He4	0.125 (-269°C)	183(-269°C)	600.4 (-452°F)		0.025	269
Heptano (22,23)	C7H16	0.684 (209°C)	1,131	3,710.6	4.25	0.598 (209°C)	6.434 (68°F)
n-Heptano (29,33)	C7H16	0.684 (20°C)	1,180	3,871.3	4.0		
Hexacloro-Ciclopentadieno (47)	C5Cl6	1.7180	1,150	3,773			
Hexadecano (23)	C16H34	0.773 (20°C)	1,338	4,389.8	3.71	4.32 (20°C)	46.483 (68°F)
Hexalin	C6H12O	0.962	1,454	4,770.3	3.6	70.69 (17°C)	760.882 (63°F)
Hexano (16,22,23)	C6H14	0.659	1,112	3,648.3	2.71	0.446	4.798
n-Hexano (29,33)	C6H14	0.649 (20°C)	1,079	3,540	4.53		
2,5 Hexanodiona	C6H10O2	0.729	1,399	4,589.9	3.6		
n-Hexanol	C6H14O	0.819	1,300	4,265.1	3.8		
Hexahidrobenzeno(15)	C6H12	0.779	1,248	4,094.5	5.41	1.31 (179°C)	14.095 (63°F)
Hexahidrofenol	C6H12O	0.962	1,454	4,770.3			
Hexametileno (15)	C6H12	0.779	1,248	4,094.5		1.31 (17°C)	14.095 (63°F)
Hidrogênio (45)	H2	0.071 (-256°C)	1,187 (-256°C)	3,894.4 (-429°F)		0.003 (-256°C)	0.032 (-429°F)
2-Hidroxi-tolueno (46)	C7H8O	1.047 (20°C)	1.541 (20°C)	5,055.8 (68°F)		4.29 (40°C)	46.16 (104°F)
3-Hidroxi-tolueno(46)	C6H5l	1.034 (20°C)	1,500 (20°C)	4,921.3 (68°F)		5.979 (40°C)	64.334 (104°F)
Iodo-benzeno (46)	C2H5l	1.823	1,114 (20(d))	3,654.9 (68°F)		0.954	
Iodo-etano (46)	CH3l	1.950 (20°C)	876 (20°C)	2,874 (68°F)		0.29	3.12
Iodo-metano	C6H12O	2.28 (20°C)	978	3,208.7		0.211	2.27
isobutilacetato (22)	He4		1,180 (27°C)	3,871.4 (81°F)	4.85		
Isobutanol	C4H10O	0.81 (20°C)	1,212	3,976.4			
Iso-Butano				1,219.8	4002		
Isopentano (36)	C5H12	0.62 (20°C)	980	3,215.2	4.8	0.34	3.658
Isopropano (46)	C3H8O	0.758 (20°C)	1,170 (20°C)	3,838.6 (68°F)		2.718	29.245
Álcool Isopropil (46)	C3H8O	0.758 (20°C)	1,170 (20°C)	3,838.6 (68°F)		2.718	29.245
Querosene		0.81	1,324	4,343.8	3.6		
Ketohexametileno	C6H10O	0.948	1,423	4,668.6	4.0		
Fluoreto de lítio (42)	LiF		2,485 (900°C)	8,152.9 (1652°F)	1.29		
Mercúrio (45)	Hg	13.594	1,449 (24°C)	4,753.9 (75°F)		0.114	1.226
Óxido mesitil	C6H16O	0.85	1,310	4,297.9			
Metano (25,28,38,39)	CH4	0.162 (-89°C)	405 (-89°C)	1,328.7 (-128°F)	17.5		
Metano (40,41)	CH4O	0.791 (20°C)	1,076	3,530.2	2.92	0.695	7.748
Acetato de metila	C3H6O2	0.934	1,211	3,973.1		0.407	4.379

**Tabela A6: (Continuação) Velocidade do Som em Líquidos**

Substância	Fórmula Química	Todos os dados fornecidos a 25 °C (77 °F), salvo indicação contrária.					
		Gravidade Específica	Velocidade do Som		v/°C	Viscosidade Cinemática × 10 <sup>6</sup>	
			m/s	pé/s	m/s/°C	m <sup>2</sup> /s	pé <sup>2</sup> /s
o-Metianilina (46)	C7H9N	0.999 (20°C)	1,618	5,308.4		4.394 (20°C)	47.279 (68°F)
4-Metianilina (46)	C7H9N	0.966 (45(d))	1,480	4,855.6		1.863 (50°C)	20.095 (122°F)
Álcool metílico (40,44)	CH4O	0.791 (20(d))	1,076	3,530.2	2.92	0.695	7.478
Metil benzeno (16,52)	C7H8	0.867	1,328 (20°C)	4,357 (68°F)	4.27	0.644	7.144
2-Metil-butano (36)	C5H12	0.62 (20°C)	980	3,215.2		0.34	3.658
Metil carbinol	C2H6O	0.789	1,207	3,960	4.0	1.396	
Metil clorofórmio (47)	C2H3Cl3	1.33	985	3,231.6		0.902 (20°C)	9.705 (68°F)
Cianeto de metila	C2H3N	0.783	1,290	4,232.3		0.441	4.745
3- Metil Ciclohexanol	C7H14O	0.92	1,400	4,593.2			
Óleo, Diesel		0.80	1,250	4,101			
Óleo, FuelAA gravidade		0.99	1,485	4,872	3.7		
Óleo (lubrificante x 200)			1,530	5,019.9			
Óleo (Oliva)		0.912	1,431	4,694.9	2.75	100	1,076.36
Óleo (amendoim)		0.936	1,458	4,783.5			
Óleo (esperma)		0.88	1,440	4,724.2			
Óleo,6			1,509 (22°C)	4,951 (72°F)			
2,2-Oxidietanol	CH10O3	1.116	1,586	5,203.4	2.4		
Oxigênio (45)	O2	1.155 (-186°C)	952 (-186°C)	3,123.4 (-303°F)		0.173	1.861
Pentacloro-etano (47)	C2HCl5	1.687	1,082	3,549.4			
pentalin (47)	C2HCl5	1.687	1,082	3,549.4			
Pentano (36)	C5H12	0.626 (20°C)	1,020	3,346.5		0.363	3.905
n-pentano (47)	C5H12	0.557	1,006	3,300.5		0.41	4.413
Perclorociclopentadieno (47)	C5Cl6	1.718	1,150	3,773			
Percloro-etileno (47)	C2Cl4	1.632	1,036	3,399			
Perfluoro-1-Hepteno (47)	C7F14	1.67	583	1,912.7			
Perfluoro-n-Hexano (47)	C6H14	1.672	508	1,666.7			
Benzeno (29,40,41)	C6H6	0.879	1,306	4,284.8	4.65	0.711	7.65
b-Fenil acroleína	C9H8O	1.112	1,554	5,098.4	3.2		
Fenilamina (41)	C6H5NO2	1.022	1,639	5,377.3	4.0	3.63	39.058
Brometo de fenil (46)	C6H5Br	1.522	1,170 (20°C)	3,838.6 (68°F)		0.693	7.465
Cloreto de fenil	C6H5Cl	1.106	1,273	4,176.5	3.6	0.722	7.768
Iodeto de fenil (46)	C6H5I	1.823	1,114 (20°C)	3,654.9 (68°F)		0.954 (15°C)	10.265 (59°F)
Fenil metano (16,52)	C7H8	0.867 (20°C)	1,328 (20°C)	4,357 (68°F)	4.27	0.644	6.929
3-Fenilpropanol	C9H8O	1.112	1,554	5,098.4	3.2		

*Tabela A6: (Continuação) Velocidade do Som em Líquidos*

Substância	Fórmula Química	Todos os dados fornecidos a 25 °C (77 °F), salvo indicação contrária.					
		Gravidade Específica	Velocidade do Som		v/°C	Viscosidade Cinemática x 10 <sup>6</sup>	
			m/s	pé/s	m/s/°C	m <sup>2</sup> /s	pé <sup>2</sup> /s
Ftalardiona	C8H4O3		1,125 (152°C)	3,691 (306°F)			
Ácido ftálico, anidrido	C8H4O3		1,125 (152°C)	3,691 (306°F)			
Ftalicahidreto	C8H4O3		1,125 (152°C)	3,691 (306°F)			
Pimelicetona	C6H10O	0.948	1,423	4,668.6	4.0		
Plexiglas, Lucite, Acrílico			2,651	8,698			
Resina politerpeno		0.77	1,099.8 (190°C)	3,608.4 (374°F)		39,000	419,500
Brometo de potássio (42)	KBr		1,169 (900°C)	3,835.3 (1652°F)	0.71	715CP (900°C)	7.693 (1652°F)
Fluoreto de potássio (42)	KF		1,792 (900°C)	5,879.3 (1652°F)	1.03		
Iodeto de potássio (42)	KI		958 (900°C)	3,231.6 (1652°F)	0.64		
Nitrato de potássio (48)	KNO <sub>3</sub>	1.859 (352°C)	1,740.1 (352°C)	5,709 (666°F)	1.1	1.19 (327°C)	12.804 (621°F)
Propano (2,13) (-45° a 130°C)	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.585 (-45°C)	1,003 (-45°C)	3,290.6 (-46°F)	5.7		
1,2,3-Propanetriol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	1.26	1,904	6,246.7	2.2	000757	
1-Propanol (46)	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	0.78 (20°C)	1,222 (20°C)	4,009.2 (68°F)			
2-Propanol (46)	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	0.785 (20°C)	1,170 (20°C)	3,838.6 (68°F)		2.718	29.245
2-Propanone	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	0.791	1,174	3,851.7	4.5	0.399	4.293
Propano (17,18,35)	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	0.563 (-13°C)	963 (-13°C)	3,159.4 (9°F)	6.32		
N-propil-acetato (22)	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>		1,280 (2°C)	4,199 (36°F)	4.63		
n-propil álcool	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	0.78 (20°C)	1,222 (20°C)	4,009.2 (68°F)		2.549	27.427
propilcloreto (47)	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> Cl	0.892	1,058	3,471.1		0.378	4.067
Propileno (17,18,35)	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	0.536 (-13°C)	963 (-13°C)	3,159.4 (9°F)	6.32		
Piridina	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N	0.982	1,415	4,642.4	4.1	0.992 (20)	10.673 (68°F)
Refrigerante 11 (3,4)	CCl <sub>3</sub> F	1.49	828.3 (0°C)	2,717.5 (32°F)	3.56		
Refrigerante 12(3)	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	1.516 (-40°C)	774.1 (-40°C)	2,539.7 (-40°F)	4.24		
Refrigerante 14(14)	CF <sub>4</sub>	1.75 (-150°C)	875.24 (-150°C)	2,871.5 (-238°F)	6.61		
Refrigerante 21(3)	CHCl <sub>2</sub> F	1.426 (0°C)	891 (0°C)	2,923.2 (32°F)	3.97		
Refrigerante 22(3)	CHClF <sub>2</sub>	1.491 (-69°C)	893.9 (50°C)	2,932.7 (122°F)	4.79		
Refrigerante 113(3)	CCl <sub>2</sub> F-CClF <sub>2</sub>	1.563	783.7 (0°C)	2,571.2 (32°F)	3.44		
Refrigerante 114(3)	CClF <sub>2</sub> -CClF <sub>2</sub>	1.455	665.3 (-10°C)	2,182.7 (14°F)	3.73		
Refrigerante 115(3)	C <sub>2</sub> ClF <sub>5</sub>		656.4 (-50°C)	2,153.5 (-58°F)	4.42		
Refrigerante C318(3)	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	1.62 (-20°C)	574 (-10°C)	1,883.2 (41°F)	3.88		

**Tabela A6: (Continuação) Velocidade do Som em Líquidos**

Substância	Fórmula Química	Todos os dados fornecidos a 25 °C (77 °F), salvo indicação contrária.					
		Gravidade Específica	Velocidade do Som		v/ °C	Viscosidade Cinemática × 10 <sup>-6</sup>	
			m/s	pé/s	m/s/°C	m <sup>2</sup> /s	pé <sup>2</sup> /s
Selênio (8)	Se		1,072 (250°C)	3,517.1 (482°F)	0.68		
Silicone (30cp)		0.993	990	3,248		30	322.8
Fluoreto de Sódio (42)	NaF	0.877	2,082 (1000°C)	6,830.7 (1832°F)	1.32		
Fluoreto de Sódio (48)	NaNO <sub>3</sub>	1.884 (336°C)	1,763.3 (336°C)	5,785.1 (637°F)	0.74	1.37 (336°C)	14.74 (637°F)
Fluoreto de Sódio (48)	NaNO <sub>2</sub>	1.805 (292°C)	1,876.8 (292°C)	6,157.5 (558°F)			
Solvesso#3		0.877	1,370	4,494.8	3.7		
Spiritofwine	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	0.789	1,207	3,960	4.0	1.397	15.02
Enxofre (7,8,10)		1,177 (250°C)	3,861.5 (482°F)	-1.13			
Ácido Sulfúrico (1)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.841	1,257.6	4,126	1.43	11.16	120.081
Telúrio (7)	Te		991 (450°C)	3,251.3 (842°F)	0.73		
1,1,2,2-Tetrabromoetano(47)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Br <sub>4</sub>	2.966	1,027	3,369.4			
1,1,2,2-Tetracloroetano(67)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	1.595	1,147	3,763.4		1.156 (15°C)	12.438 (59°F)
Tetracloroetano (46)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	1.553 (20°C)	1,170 (20°C)	3,838.6 (68°F)		1.19	12.804
Tetracloro-etenô (47)	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	1.632	1,036	3,399			
Tetracloro-metano (33,47)	CCl <sub>4</sub>	1.595 (20°C)	926	3,038.1		0.607	6.531
Tetradecano (46)	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	1,331 (20°C)	4,366.8 (68°F)		2.86 (20°C)	30.773 (68°F)
Tetraetileno glicol	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O <sub>5</sub>	1.123	1,568	5,203.4	3.0		
Tetrafluoro-metano (14) (Freon14)	CF <sub>4</sub>	1.75 (-150°C)	875.24 (-150°C)	2,871.5 (-238°F)	6.61		
Tetrahidro-1,4-isoxazine	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> NO	1.000	1,442	4,731	3.8		
Tolueno (16,52)	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	0.867 (20°C)	1,328 (20°C)	4,357 (68°F)	4.27	0.644	6.929
o-Toluidina (46)	C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> N	0.999 (20°C)	1,618	5,308.4		4.394 (20°C)	47.279 (68°F)
p-Toluidina (46)	C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> N	0.966 (45°C)	1,480	4,855.6		1.863 (50°C)	20.053 (122°F)
Toluol	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	0.866	1,308	4,291.3	4.2	0.58	6.24
Tribromo-metano (46,47)	CHBr <sub>3</sub>	2.89 (20°C)	918	3,011.8		0.645	7.037
1,1,1-Trichloroetano (47)	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	1.33	985	3,231.6		0.902 (20°C)	9.705 (68°F)
Tricloro-etenô (47)	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>	1.464	1,028	3,372.7			
Tricloro-fluorometano (3)(Freon11)	CCl <sub>3</sub> F	1.49	828.3 (0°C)	2,171.5 (32°F)	3.56		
Tricloro-metano (47)	CHCl <sub>3</sub>	1.489	979	3,211.9	3.4	0.55	5.918
1,1,2-Tricloro-1,2,22-Trifluoro-Etham	CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub>	1.563	783.7 (0°C)	2,571.2 (32°F)			
Amina de trietila (33)	C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> N	0.726	1,123	3,684.4	4.47		
Trietilenoglicol	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	1.123	1,608	5,275.6	3.8		

*Tabela A6: (Continuação) Velocidade do Som em Líquidos*

substância	fórmula química	todos os dados fornecidos a 25 °c (77 °f), salvo indicação contrária.					
		Gravidade Específica	velocidade do som		v/°C	viscosidade cinemática x 10-6	
			m/s	pé/s	m/s/°C	m2/s	pé2/s
1,1,1-Trifluoro-2- Cloro-2-bromo-etano	c2hclbrf3	1.869	693	2,273.6			
1,2,2-Trifluorotricloroetano (freon113)	ccl2-cclf2	1.563	783.7 (0°C)	2,571.2 (32°F)	3.44		
d-1,3,3-trimethylnorcamphor	c10h16o	0.947	1,320	4,330.7		0.22	2.367
trinitrotolueno (43)	c7h5(no2)3	1.64	1,610 (81°C)	5,282.2 (178°F)			
terebintina		0.88	1,255	4,117.5		1.4	15.064
unisis800		0.87	1,346	4,416		1.00	
Água destilada (49,50)	h2o	0.996	1,498	4,914.7	-2.4	0.695	10.76
Água do mar			1,400	4,593	-2.4		
Álcool (40,41)	d2o						
xenônio (45)		1.025	1,531	5,023	2.92	1.00	10.76
m-xileno (46)	ch4o	0.791 (20°C)	1,076	3,530.2		0.695	7.478
o-xileno (29,46)	xe		630 (-109°C)	2,067 (-164°F)			
p-xileno (46)	c8h10	0.868 (15°C)	1,343 (20°C)	4,406.2 (68°F)		0.749 (15°C)	8.059 (59°F)
Xilenohexafluoreto	c8h10	0.897 (20°C)	1,331.5	4,368.4	4.1	0.903 (20°C)	9.716 (68°F)
Zinco (7)	c8h10		1,334 (20°C)	4,376.6 (68°F)		0.662	7.123
1,1,1-Trifluoro-2-Cloro-2-bromo-etano	c8h4f6	1.37	879	2,883.9		0.613	6.595
1,2,2-Trifluorotricloroetano (freon113)	Zn		3,298 (450°C)	10,820.2 (842°F)			