

# Instruções de operação **Sonda espectroscópica** **Raman Rxn-41**



## Sumário

<b>1 Observações gerais .....</b>	<b>3</b>
1.1 Avisos .....	3
1.2 Símbolos no equipamento.....	3
1.3 Conformidade de exportação dos EUA.....	3
1.4 Glossário.....	4
<b>2 Instruções básicas de segurança.....</b>	<b>5</b>
2.1 Especificações para a equipe.....	5
2.2 Uso indicado.....	5
2.3 Segurança do local de trabalho.....	5
2.4 Segurança da operação.....	5
2.5 Segurança de pressão .....	6
2.6 Segurança do laser.....	6
2.7 Segurança do serviço .....	6
2.8 Medidas de segurança importantes .....	7
2.9 Segurança do produto .....	7
<b>3 Fase do ciclo de vida do produto .....</b>	<b>10</b>
3.1 Documentação .....	10
3.2 Recebimento .....	10
3.3 Conjunto.....	11
3.4 Comissionamento .....	13
3.5 Operação .....	14
3.6 Diagnóstico e solução de problemas.....	14
3.7 Manutenção .....	15
3.8 Reparo .....	16
<b>4 Função e projeto do sistema.....</b>	<b>17</b>
4.1 Descrição do produto .....	17
4.2 Sonda e conexão de fibra óptica .....	18
<b>5 Dados técnicos.....</b>	<b>19</b>
5.1 Especificações de temperatura e pressão.....	19
5.2 Especificações de composição e temperatura para processo de gás natural liquefeito (GNL) ..	20
5.3 Especificações gerais .....	22
5.4 Exposição máxima permitida.....	23
5.5 Materiais de construção .....	24

# 1 Observações gerais

## 1.1 Avisos

Estrutura das informações	Significado
<b>AVISO</b> <b>Causas (/consequências)</b> Consequências da não-conformidade (se aplicável) ▶ Ação corretiva	Este símbolo alerta para uma situação perigosa. Se esta situação perigosa não for evitada, podem ocorrer ferimentos sérios ou fatais.
<b>CUIDADO</b> <b>Causas (/consequências)</b> Consequências da não-conformidade (se aplicável) ▶ Ação corretiva	Este símbolo alerta para uma situação perigosa. Se essa situação não for evitada, podem ocorrer ferimentos pequenos ou mais graves.
<b>NOTA</b> <b>Causa/situação</b> Consequências da não-conformidade (se aplicável) ▶ Ação/observação	Este símbolo alerta quanto a situações que podem resultar em dano à propriedade.

## 1.2 Símbolos no equipamento

Símbolo	Descrição
	O símbolo de radiação laser é usado para alertar o usuário do perigo de exposição à radiação laser visível perigosa ao usar o sistema Raman Rxn.
	O símbolo de alta tensão alerta as pessoas à presença de potencial elétrico grande o suficiente para causar ferimentos ou danos. Em certas indústrias, a alta tensão se refere à tensão acima de um certo limite. Equipamentos e condutores que transmitem alta tensão acarretam em requisitos e procedimentos de segurança especiais.
	A identificação da Certificação CSA indica que o produto foi testado e atende aos requisitos das normas norte-americanas aplicáveis.
	O símbolo WEEE indica que o produto não deve ser descartado como resíduo não classificado, mas deve ser enviado a instalações de coleta seletiva para recuperação e reciclagem.
	A identificação CE indica a conformidade com as normas de saúde, segurança e proteção ambiental para produtos vendidos no Espaço Econômico Europeu (EEE).
	A identificação ATEX indica que o produto foi certificado conforme a Diretriz ATEX para uso na Europa, bem como em outros países que aceitam equipamentos certificados pela ATEX.

## 1.3 Conformidade de exportação dos EUA

A política da Endress+Hauser é a conformidade rigorosa com as leis de controle de exportação dos EUA, conforme detalhado no site do [Bureau of Industry and Security](#) no Departamento de Comércio dos EUA. O número da Classificação de Controle de Exportação do Rxn-41 é EAR99.

## 1.4 Glossário

Termo	Descrição
ANSI	<a href="#">Instituto nacional americano de normas</a>
API	insumo farmacêutico ativo
ATEX	atmosfera explosiva
BPVC	Código de caldeiras e tanques pressurizados
°C	Celsius
CDRH	<a href="#">Centro de equipamentos e saúde radiológica</a>
CFR	<a href="#">Código de regulamentações federais</a>
cm	centímetro
CSA	<a href="#">Associação de Normas Canadense</a>
DIN	Instituto alemão de normatização
EO	Eletro-óptica
°F	Fahrenheit
ft	pés
IEC	<a href="#">Comissão internacional de eletrotécnica</a>
IPA	Álcool isopropílico
IS	intrinsecamente seguros
kg	quilograma
lb	libras
LED	diodo emissor de luz
m	metro
mbar	unidade de pressão millibar
mm	milímetro
MPE	exposição máxima permitida
nm	nanômetro
PAT	tecnologia analítica de processos
pol.	polegadas
psi	libras por polegada quadrada
QbD	qualidade desde o design
RD	vermelho
UE	<a href="#">União Europeia</a>
WEEE	<a href="#">Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos</a>
YE	amarelo

## 2 Instruções básicas de segurança

### 2.1 Especificações para a equipe

- A instalação, comissionamento, operação e manutenção do sistema de medição podem ser executadas apenas por uma equipe técnica especialmente treinada.
- A equipe técnica deve estar autorizada pelo operador da fábrica a executar as atividades especificadas.
- A equipe técnica deve ter lido e entendido estas instruções de operação, devendo segui-las.
- O estabelecimento deve designar um responsável pela segurança do laser que garante que a equipe seja treinada em todos os procedimentos de operação e segurança de lasers Classe 3B.
- As falhas no ponto de medição só podem ser corrigidas pela equipe adequadamente autorizada e treinada. Os reparos não descritos neste documento só podem ser executados diretamente nas instalações do fabricante ou pela organização de serviço.

### 2.2 Uso indicado

A sonda espectroscópica Raman Rxn-41 destina-se à análise de amostras de imersão em líquidos em um ambiente de indústria de processo.

Aplicações recomendadas incluem:

- **Produtos químicos:** monitoramento de reações, misturas, alimentação e monitoramento do produto final
- **Polímero:** monitoramento da reação de polimerização, mistura de polímeros
- **Farmacêutica:** monitoramento da reação do insumo farmacêutico ativo (IFA), cristalização, polimorfo, operação da unidade de produção da substância medicamentosa
- **Petróleo e gás natural:** qualquer análise de hidrocarbonetos

O uso do equipamento para qualquer outro propósito além do que foi descrito indica uma ameaça à segurança das pessoas e de todo o sistema de medição, e invalida qualquer garantia.

### 2.3 Segurança do local de trabalho

Como usuário, você é responsável por estar em conformidade com as seguintes condições de segurança:

- Orientações de instalação
- Normas e regulamentações locais para compatibilidade eletromagnética

O produto foi testado quanto à compatibilidade eletromagnética de acordo com as normas europeias aplicáveis às aplicações industriais. A compatibilidade eletromagnética indicada se aplica apenas para o produto que foi adequadamente conectado ao analisador.

### 2.4 Segurança da operação

Antes do comissionamento do ponto de medição como um todo:

- Verifique se todas as conexões estão corretas.
- Certifique-se de que os cabos eletro-ópticos não estão danificados.
- Certifique-se de que o nível de fluido seja suficiente para a imersão da sonda (se aplicável).
- Não opere produtos danificados.
- Proteja-os contra a operação acidental.
- Etiquete produtos danificados como defeituosos.

Durante a operação:

- Se as falhas não puderem ser corrigidas, os produtos devem ser retirados de serviço e protegidos contra operações acidentais.
- Ao trabalhar com equipamentos com laser, sempre siga todos os protocolos locais de segurança de laser, que podem incluir o uso de equipamento de proteção pessoal e a limitação do acesso ao equipamento por usuários autorizados.

## 2.5 Segurança de pressão

As classificações de pressão são baseadas nos padrões referenciados para a sonda. Conexões e flanges podem ou não ser incluídos na classificação, dependendo da configuração da sonda. Além disso, as classificações dos produtos podem ser afetadas pelos materiais e procedimentos de aparafulamento e vedação.

Ao planejar a instalação de uma sonda Endress+Hauser na tubulação ou sistema de amostragem do usuário, é responsabilidade do usuário compreender as limitações das classificações e selecionar acessórios, parafusos, vedações e procedimentos apropriados para alinhamento e montagem de juntas vedadas.

O usuário é o único responsável por quaisquer resultados adversos resultantes do uso dessas classificações para juntas vedadas, falhando em aderir às limitações especificadas, ou desconsiderar para boas práticas aceitas no aparafulamento e vedação.

## 2.6 Segurança do laser

Os analisadores Raman Rxn utilizam lasers classe 3B conforme definido a seguir:

- [American National Standards Institute](#) (ANSI) Z136.1, Norma Nacional Americana para o Uso Seguro de Lasers
- [International Electrotechnical Commission](#) (IEC) 60825-1, Segurança de Produtos a Laser – Parte 1

### AVISO

#### Radiação laser

- ▶ Evite exposição ao raio
- ▶ Produto laser de classe 3B

### CUIDADO

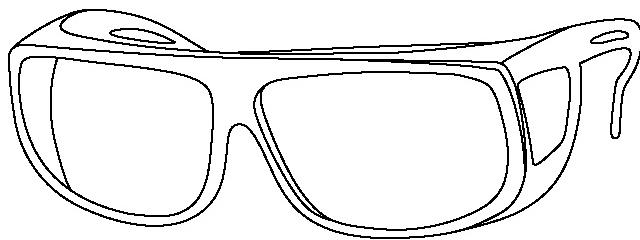
**Raios laser podem causar a ignição de certas substâncias, tais como compostos orgânicos voláteis.**

Os dois mecanismos possíveis para ignição são o aquecimento direto da amostra ao ponto de causar ignição e o aquecimento de um contaminante (como poeira) a um ponto crítico levando à ignição da amostra.

A configuração do laser apresenta outras preocupações de segurança porque a radiação é quase invisível. Sempre esteja ciente da direção inicial e possíveis caminhos de difusão do laser.

Para comprimentos de onda de excitação de 532 nm e 785 nm, use óculos de segurança contra laser com OD3 ou superior.

Para comprimento de onda de excitação de 993 nm, use óculos de segurança contra laser com OD4 ou superior.



A0048421

Figura 1. Óculos de proteção contra laser

Para mais assistência com a tomada de precauções apropriadas e configurações dos controles adequados ao lidar com lasers e seus riscos, consulte a versão mais atual da ANSI Z136.1 ou IEC 60825-14. Consulte os *Dados técnicos* →  para os parâmetros relevantes para calcular a exposição máxima permitida (MPE) e a distância nominal de risco ocular (NOHD).

Consulte as *Instruções de segurança da sonda espectroscópica Rxn-41 Raman (XA02784C)* para informações adicionais sobre os cálculos de segurança do laser.

## 2.7 Segurança do serviço

Siga as instruções de segurança de sua empresa ao remover uma sonda da interface do processo para serviço. Sempre utilize equipamentos de proteção adequados ao realizar serviços no equipamento.

## 2.8 Medidas de segurança importantes

- Não utilize a sonda Rxn-41 para nada além de seu uso indicado.
- Não olhe diretamente para o feixe do laser.
- Não aponte o laser para superfícies espelhadas ou brilhantes, ou para uma superfície que possa causar reflexos difusos. O feixe refletido é tão perigoso quanto o feixe direto.
- Não deixe sondas conectadas e não usadas sem tampa ou desbloqueadas.
- Sempre utilize um bloqueador do feixe do laser para evitar dispersão inadvertida da radiação laser.

## 2.9 Segurança do produto

Este produto foi projetado para atender a todos os requisitos de segurança atuais, foi testado e saiu da fábrica em uma condição de operação segura. As regulamentações relevantes e as normas internacionais foram observadas. Os dispositivos conectados a um analisador também devem estar em conformidade com as normas de segurança do analisador aplicáveis.

Os sistemas de espectroscopia Raman da Endress+Hauser incorporam os seguintes recursos de segurança para estar em conformidade com os requisitos do governo dos Estados Unidos encontrado no Título 21 do [Code of Federal Regulations](#) (21 CFR) capítulo 1, subcapítulo J conforme administrado pelo [Center for Devices and Radiological Health](#) (CDRH) e IEC 60825-1 conforme administrado pela [Comissão Eletrotécnica Internacional](#).

### 2.9.1 Conformidade CDRH e IEC

Os analisadores Raman da Endress+Hauser são certificados pela Endress+Hauser para atender aos requisitos de design e fabricação da CDRH e IEC 60825-1.

Os analisadores Raman da Endress+Hauser foram registrados junto à CDRH. Qualquer modificação não autorizada em um analisador Raman Rxn ou acessório existente pode resultar em exposição perigosa à radiação. Tais modificações podem resultar com que o sistema não esteja mais em conformidade com os requisitos federais conforme certificado pela Endress+Hauser.

### 2.9.2 Indicador de emissão laser

A sonda Rxn-41, conforme instalada, forma parte do circuito de intertravamento. Se o cabo de fibra for rompido, o laser irá desligar em milissegundos após a quebra.

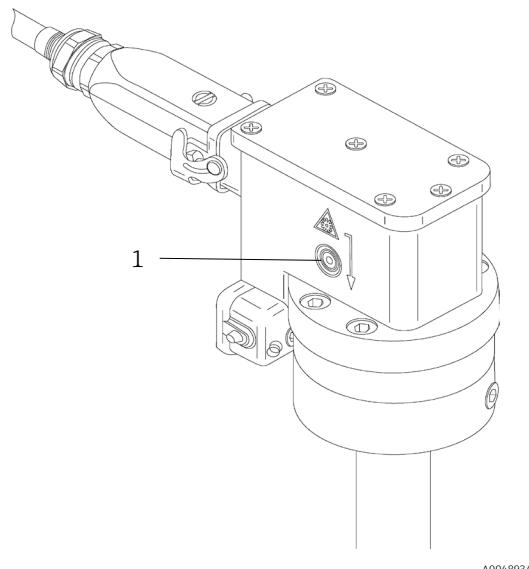
#### NOTA

**Se os cabos não forem roteados adequadamente, isso pode resultar em danos permanentes.**

- ▶ Manuseie as sondas e os cabos com cuidado, garantindo que não sejam dobrados ou torcidos.
- ▶ Instale os cabos de fibra com um raio de curvatura mínimo de acordo com as *Informações técnicas dos cabos de fibra óptica Raman KFOC1 e KFOC1B (TI01641C)*.

O circuito de intertravamento é um circuito elétrico de baixa corrente. Se a sonda Rxn-41 for usada em uma área classificada como perigosa, o circuito de intertravamento deverá passar através de uma barreira intrinsecamente segura (IS).

O indicador de emissão de laser está localizado no conjunto da sonda. Quando há potencial para que o laser seja energizado, a luz indicadora acende.



A0048934

*Figura 2. Localização da luz indicadora de emissão do laser (1)*

### 2.9.3 Aprovações para áreas classificadas

A sonda Rxn-41 foi aprovada por instituições independentes para uso em áreas classificadas de acordo com o Artigo 17 da Diretriz 2014/34/EU do Parlamento Europeu e do Conselho datado de 26 de fevereiro de 2014. Somente a sonda Rxn-41 com o símbolo ATEX foi certificada conforme a Diretriz ATEX para uso na Europa, bem como em outros países que aceitam equipamentos com certificação ATEX.

*Figura 3. Etiqueta ATEX para uso em áreas classificadas*

A sonda Rxn-41 também foi aprovada para uso em áreas classificadas nos Estados Unidos (EUA) e Canadá pela [Associação de Normas Canadense](#) quando instalada de acordo com o Desenho de Instalação em Área Classificada (4002396).

Os produtos podem portar a marcação CSA exibida com os indicadores 'C' e 'US' para Canadá e EUA ou com os indicadores 'US' somente para EUA ou sem qualquer indicador apenas para o Canadá.

*Figura 4. Etiqueta CSA para uso em áreas classificadas nos EUA e Canadá*

A sonda Rxn-41 também pode ser marcada para Sistemas de Certificação para Atmosferas Explosivas da [Comissão Eletrotécnica Internacional](#) (IECEx) quando instalada de acordo com o Desenho de Instalação em Área Classificada (4002396).

Somente o Rxn-41 com o símbolo JPEx foi certificado para atender aos requisitos de áreas com proteção contra explosão do Japão.



Figura 5. Selo de certificação de produto JPEx

O Rxn-41 foi avaliado de acordo com a Regulamentação 42 dos Regulamentos de Equipamentos e Sistemas de Proteção Destinados ao Uso em Atmosferas Potencialmente Explosivas de 2016, UKSI 2016:1107, e foi considerado em conformidade quando instalado de acordo com o Desenho de Instalação para Áreas Classificadas (4002396).



Figura 6. Selo de certificação de produto do Reino Unido

Consulte as *Instruções de segurança da sonda espectroscópica Raman (XA02784C)* para mais informações sobre as condições de uso e as identificações apropriadas necessárias para sua aplicação.

## 3 Fase do ciclo de vida do produto

### 3.1 Documentação

Toda a documentação está disponível:

- No aplicativo para celular da Endress+Hauser: [www.endress.com/supporting-tools](http://www.endress.com/supporting-tools)
- Na área de Downloads do site da Endress+Hauser: [www.endress.com/downloads](http://www.endress.com/downloads)

Esse documento é uma parte integrante do pacote de documentos, o qual inclui:

Código da peça	Tipo de documento	Título do documento
KA01560C	Resumo das instruções de operação	Resumo das instruções de operação da sonda espectroscópica Raman Rxn-41
XA02784C	Instruções de segurança	Instruções de segurança da sonda espectroscópica Raman Rxn-41
TI01673C	Informações técnicas	Informações técnicas da sonda espectroscópica Raman Rxn-41
BA02173C	Instruções de operação	Instruções de operação do acessório de calibração Raman

### 3.2 Re却imento

#### 3.2.1 Observações sobre o recebimento

1. Verifique se a embalagem está sem danos. Notifique o fornecedor sobre quaisquer danos à embalagem. Mantenha a embalagem danificada até que a situação tenha sido resolvida.
2. Verifique se o conteúdo está sem danos. Notifique o fornecedor sobre quaisquer danos ao conteúdo da entrega. Mantenha os produtos danificados até que a situação tenha sido resolvida.
3. Verifique se a entrega está completa e se não há nada faltando. Compare os documentos de envio com seu pedido.
4. Embale o produto para armazenamento e transporte de modo que ele esteja protegido contra impacto e umidade. A embalagem original oferece a melhor proteção. Certifique-se de estar em conformidade com as condições ambientais permitidas. Consulte as especificações listadas em *Dados técnicos* → .

Em caso de dúvida, entre em contato com seu fornecedor ou centro de vendas local.

#### NOTA

A sonda pode ser danificada durante o transporte se for embalada inadequadamente.

#### 3.2.2 Identificação do produto

##### 3.2.2.1 Etiqueta

A sonda está etiquetada com as seguintes informações:

- Marca da Endress+Hauser
- Identificação do produto (por ex., Rxn-41)
- Número de série

As etiquetas são afixadas permanentemente e também incluem:

- Código do pedido estendido
- Informação do fabricante
- Principais aspectos funcionais da sonda (por ex., material, comprimento de onda, profundidade focal)
- Avisos de segurança e informações de certificação, se aplicável

Compare as informações da sonda e etiqueta com o pedido.

##### 3.2.2.2 Endereço do fabricante

Endress+Hauser

371 Parkland Plaza

Ann Arbor, MI 48103 EUA

### 3.2.3 Escopo de entrega

O escopo de entrega inclui:

- Sonda Rxn-41 na configuração solicitada
- *Instruções de operação da sonda espectroscópica Raman Rxn-41*
- Certificado de desempenho do produto da sonda Rxn-41
- Declarações locais de conformidade, se aplicável
- Certificados para uso em área classificada, se aplicável
- Certificados do material, se aplicável
- Acessórios opcionais da sonda Rxn-41, se aplicável

Caso tenha dúvidas, entre em contato com seu fornecedor ou central de vendas local.

### 3.2.4 Certificados e aprovações

Consulte as *Instruções de segurança da sonda espectroscópica Rxn-41 Raman (XA02784C)* para informações detalhadas sobre certificação e aprovação.

## 3.3 Conjunto

### 3.3.1 Instalação

Antes da instalação no processo, verifique se a quantidade de potência laser de cada sonda não é maior que a quantidade especificada na Avaliação de Equipamento em Área Classificada (4002266) ou equivalente. Consulte a classificação da área de risco marcada em cada sonda e o documento de segurança para o tipo de sonda para confirmar a potência máxima do laser permitida para a instalação.

Precauções de segurança padrão para o olho e a pele para produtos laser classe 3B (conforme EN-60825/IEC 60825-14) devem ser observadas conforme descrito abaixo.

<b>⚠ AVISO</b>	<b>As sondas foram projetadas com limites de vedação específicos.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ As especificações de pressão da sonda são válidas apenas se a vedação for realizada no elemento de vedação previsto (haste, flange etc.).</li> <li>▶ As classificações de serviço podem incluir limitações para conexões, flanges, parafusos e vedantes. O instalador deve entender essas limitações e utilizar hardware e procedimentos de montagem apropriados para uma junta hermética e segura.</li> </ul> <b>Precauções padrão para produtos laser devem ser observadas.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ As sondas devem sempre ser tampadas, apontadas para longe das pessoas e apontadas em direção a um alvo de difusão se não forem instaladas em uma câmara de amostra.</li> </ul>
<b>⚠ CUIDADO</b>	<b>Se luz dispersa entrar em uma sonda não utilizada, isso interferirá nos dados coletados por uma sonda em uso e poderá causar falhas de calibração ou erros de medição.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sondas não usadas devem SEMPRE ser tampadas para evitar a entrada de luz difusa na sonda.</li> </ul>
<b>NOTA</b>	<b>Certifique-se de instalar a sonda de modo que ela meça a amostra em fluxo ou a região de interesse da amostra.</b>

#### 3.3.1.1 Orientações de instalação

A sonda Rxn-41 foi projetada para ser instalada diretamente em fluxos de processo e recipientes de reatores, de acordo com as orientações de instalação abaixo:

- Ao instalar uma sonda equipada com o conjunto do conector de fibra em ângulo reto não removível (estilo EO), recomenda-se que o conjunto do cabo de fibra seja desconectado da sonda durante a instalação.
- Certifique-se de que o intertravamento do laser esteja conectado à luz indicadora de segurança e a quaisquer outros sistemas de segurança, como sensores de nível de líquido ou purgadores apropriados para a instalação.

- As sondas Rxn-41 não possuem equipamentos elétricos ativos que exijam aterrimento. O usuário deve determinar se a sonda precisa de aterramento por outros motivos associados à sua instalação.
- Ao instalar, siga as práticas recomendadas e selecione parafusos e vedações apropriados para a instalação e a classificação de serviço.

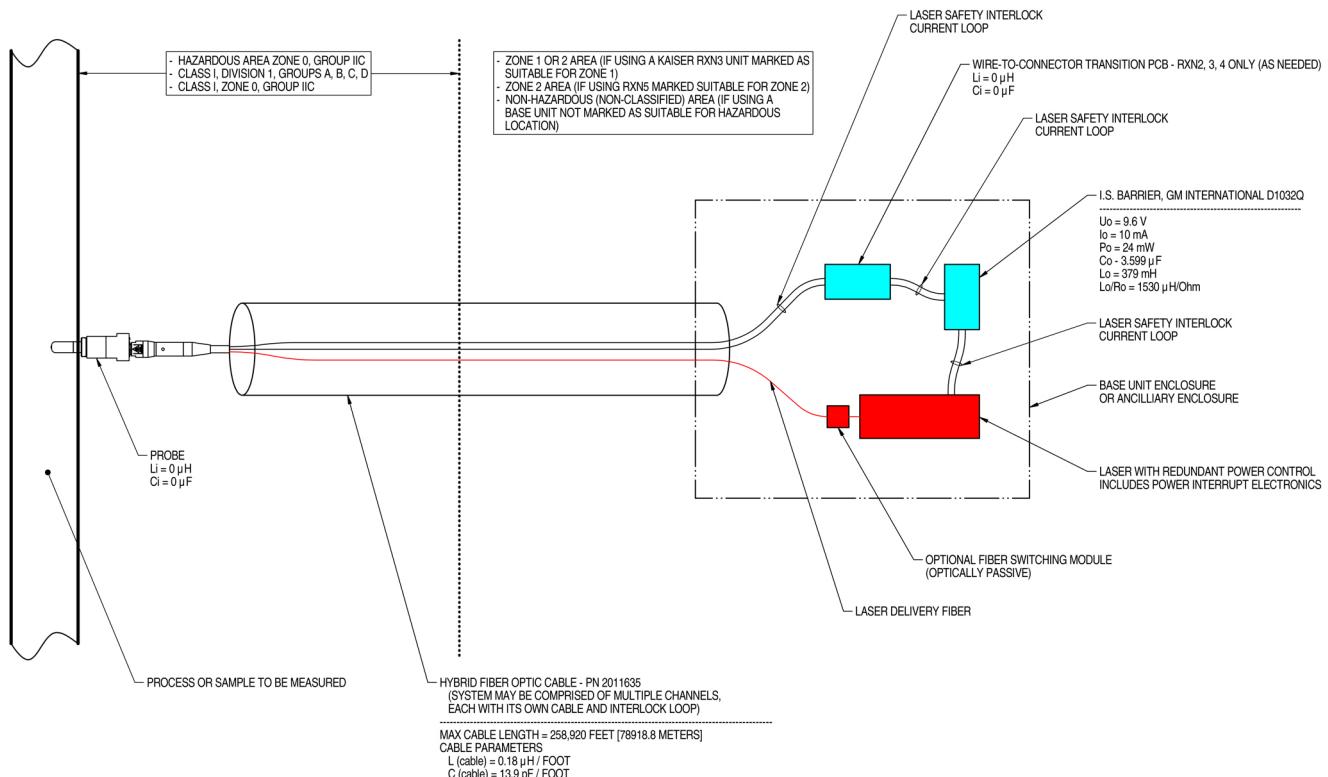
### 3.3.1.2 Instalação em área classificada

Para áreas classificadas, a sonda deve ser instalada de acordo com o Desenho de Instalação em Área Classificada (4002396).

Antes da instalação, verifique se as identificações da área classificada da sonda são apropriadas para o grupo de gás, classe T, zona ou divisão em que está sendo instalada. Consulte a IEC 60079-14 para mais informações sobre as responsabilidades do usuário em relação ao uso ou à instalação de produtos em atmosferas potencialmente explosivas.

#### NOTA

**Ao instalar o cabeçote da sonda *in situ*, o usuário deve garantir que haja um alívio de tensão no local de instalação que esteja em conformidade com as especificações do raio de curvatura da fibra.**



#### NOTES:

- CONTROL EQUIPMENT CONNECTED TO THE ASSOCIATED APPARATUS MUST NOT USE OR GENERATE MORE THAN 250 VRMS OR VDC.
- INSTALLATION IN THE U.S. SHOULD BE IN ACCORDANCE WITH ANSI/ISA RP12.6 "INSTALLATION OF INTRINSICALLY SAFE SYSTEMS FOR HAZARDOUS (CLASSIFIED) LOCATIONS" AND THE NATIONAL ELECTRICAL CODE® (ANSI/NFPA 70) SECTIONS 504 AND 505.
- INSTALLATION IN CANADA SHOULD BE IN ACCORDANCE WITH THE CANADIAN ELECTRICAL CODE, CSA C22.1, PART 18, APPENDIX J18.
- ASSOCIATED APPARATUS MANUFACTURER'S INSTALLATION DRAWING MUST BE FOLLOWED WHEN INSTALLING THIS EQUIPMENT.
- FOR U.S. INSTALLATIONS, THE PROBE MODELS RXN-30 (AIRHEAD), RXN-40 (WETHEAD) AND RXN-41 (PILOT) ARE APPROVED FOR CLASS I, ZONE 0 APPLICATIONS.
- NO REVISION TO DRAWING WITHOUT PRIOR CSA APPROVAL.
- WARNING: SUBSTITUTION OF COMPONENTS MAY IMPAIR INTRINSIC SAFETY.

A0049010

Figura 7. Desenho de Instalação em Área Classificada(4002396 versão X6)

### 3.3.1.3 Compatibilidade entre processo e sonda

Antes da instalação, o usuário deve verificar se as classificações de pressão e temperatura da sonda, assim como os materiais dos quais a sonda é feita, são compatíveis com o processo no qual ela está sendo inserida.

As sondas devem ser instaladas usando técnicas de vedação (por ex., flanges, conexões de compressão) adequadas e típicas para o recipiente ou tubulação de acordo com quaisquer códigos de construção locais.

#### AVISO

**Se a sonda será instalada em um processo de alta temperatura ou pressão, precauções de segurança adicionais devem ser tomadas para evitar danos no equipamento ou riscos de segurança.**

Um dispositivo de proteção contra explosão é altamente recomendado de acordo com normas de segurança locais.

- ▶ É responsabilidade do usuário determinar se algum dispositivo de proteção contra explosão é necessário e assegurar que eles sejam conectados às sondas durante a instalação.

#### AVISO

**Se a sonda que estiver sendo instalada for feita de titânio, o usuário deve estar ciente de que impactos ou o atrito excessivo do processo podem causar uma faísca ou ignição de alguma outra forma.**

- ▶ O usuário deve garantir que sejam tomadas precauções ao instalar e usar uma sonda de titânio para evitar esse tipo de ocorrência.

## 3.4 Comissionamento

A sonda Rxn-41 é entregue pronta para ser conectada um analisador Raman Rxn. Não é necessário nenhum alinhamento ou ajuste adicional à sonda. Siga as seguintes instruções para comissionar a sonda para uso.

#### NOTA

**Os parâmetros de instalação e uso da sonda podem ter requisitos específicos governados pela aplicação associada.**

- ▶ Consulte o certificado apropriado da ATEX, CSA, IECEx, JPEx ou UKCA para obter os requisitos específicos.

### 3.4.1 Recebimento da sonda

Realize as etapas para recebimento descritas em *Recebimento* → .

Adicionalmente, no recebimento, remova a tampa do recipiente de transporte e verifique se há qualquer dano na janela de safira antes de instalar no processo. Se a janela apresentar rachaduras visíveis, entre em contato com o fornecedor.

### 3.4.2 Calibração e verificação da sonda

A sonda e o analisador devem ser calibrados antes do uso. Consulte as instruções de operação aplicáveis do analisador Raman Rxn2 ou Raman Rxn4 para mais informações sobre a calibração interna do instrumento.

Uma calibração de intensidade deve ser realizada antes da coleta de medições e após a substituição das ópticas. Utilize o acessório de calibração Raman (HCA) com um adaptador óptico apropriado para realizar a calibração da sonda. Todas as informações sobre acessórios e instruções de calibração podem ser encontradas nas *Instruções de operação do acessório de calibração Raman (BA02173C)*.

O software Raman RunTime não permitirá que espectros sejam coletados sem passar por calibrações internas do sistema.

Após a calibração, realize a verificação do canal Raman RunTime usando um padrão de desvio Raman. A verificação dos resultados da calibração é recomendada, mas não obrigatória. Instruções sobre a verificação com os padrões de desvio Raman também podem ser encontradas nas instruções de operação do acessório de calibração Raman.

A sequência recomendada de calibração e qualificação segue esta ordem:

1. Calibração interna do analisador para espetrógrafo e comprimento de onda do laser
2. Calibração de intensidade do sistema usando os acessórios de calibração apropriado
3. Verificação da função do sistema usando material padrão apropriado

Entre em contato com o seu representante de vendas para dúvidas específicas relacionadas à sua sonda, óptica e sistema de amostragem.

### 3.5 Operação

A sonda Raman Rxn-41 daEndress+Hauser é uma sonda de imersão vedada para espectroscopia Raman *in situ* de amostras em fase líquida em um ambiente de planta piloto ou de processo. A linha de sondas Rxn-41 foi projetada para ser compatível com os analisadores Raman Rxn da Endress+Hauser equipados com um laser que opera em 532 nm, 785 nm ou 993 nm.

Consulte as instruções de operação aplicáveis do analisador Raman Rxn para instruções de uso adicionais. As instruções de operação do analisador Raman Rxn estão disponíveis através de uma pesquisa na área de Downloads do site da Endress+Hauser: <https://endress.com/downloads>.

### 3.6 Diagnóstico e solução de problemas

Consulte a tabela a seguir para solucionar problemas com a sonda Rxn-41. Se a sonda estiver danificada, isole a sonda do fluxo do processo e desligue o laser antes de avaliar. Entre em contato com seu representante de serviço conforme necessário para assistência.

Sintoma	Possível causa	Ação
1	Redução substancial no sinal ou relação sinal-ruído	<p>Sujeira na janela</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remova cuidadosamente a sonda do processo, descontamine e inspecione a janela óptica na ponta da sonda.</li> <li>2. Se necessário, limpe a janela antes de colocá-la em serviço novamente. Consulte <i>Inspeção da sonda</i> → .</li> </ol>
	Fibra rachada porém intacta	Verifique as condições da fibra e entre em contato com seu representante de serviço para substituição.
2	Perda completa do sinal enquanto o laser está ligado e o indicador de LED do laser está aceso	<p>Fibra quebrada sem quebra do fio de intertravamento</p> <p>Material do processo aderindo à janela da sonda</p>
		<p>Garanta que todas as conexões de fibra estejam bem presas.</p> <p>Remova a sonda e limpe a janela</p>
3	O indicador de LED do laser na sonda não está aceso	<p>Conjunto de fibra danificado ou intertravamento da sonda Rxn-41 danificado</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procure sinais de quebra na fibra.</li> <li>2. Certifique-se de que a sonda esteja corretamente conectada à fibra.</li> <li>3. Entre em contato com seu representante de serviço para substituição.</li> </ol>
	Conecotor EO do cabo de fibra não fixado/conectado	Certifique-se de que o conector EO esteja conectado e travado corretamente na sonda (se aplicável) e no analisador.
	Conecotor de intertravamento remoto desconectado	Certifique-se de que o conector de intertravamento remoto com trava de torção na parte traseira do analisador (próximo ao conector de EO de fibra) esteja conectado.
4	Sinal instável e contaminação visível atrás da janela	<p>Falha na vedação da janela</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desconecte a sonda e examine a área interna da janela para verificar se há umidade ou condensação.</li> <li>2. Examine a área interna da janela para verificar se há umidade ou condensação.</li> <li>3. Procure qualquer sinal de desvio espectral.</li> <li>4. Se alguma das situações acima for observada, entre em contato com o representante de serviço para devolver a sonda ao fabricante.</li> </ol>

5	Diminuição da potência do laser ou da eficiência da coleta	Conexão de fibra contaminada (partículas de sujeira, partículas de poeira ou outras) entre o analisador e a sonda	Limpe cuidadosamente as extremidades da fibra da sonda. Consulte as instruções de operação aplicáveis do analisador Raman Rxn e da sonda para instruções de limpeza e etapas para inicialização de uma nova sonda.
6	Intertravamento do laser no analisador causa o desligamento do laser	Intertravamento do laser ativado	Verifique se há quebra na fibra em todos os canais de cabos de fibra óptica conectados e certifique-se de que os conectores de intertravamento remoto estejam no lugar em todos os canais.
7	Bandas ou padrões não reconhecidos nos espectros	Fibra rachada porém intacta	Verifique as possíveis causas e entre em contato com seu representante de serviço para devolver o produto danificado.
		Ponta da sonda contaminada	
		Ópticas internas da sonda contaminadas devido a vazamentos	
8	Outros desempenhos negativos da sonda não explicados	Danos físicos à sonda	Entre em contato com seu representante de serviço para devolver o produto danificado.

## 3.7 Manutenção

### 3.7.1 Inspeção da sonda

É responsabilidade do cliente determinar a taxa de corrosão de quaisquer sondas de processo e definir intervalos de inspeção apropriados para verificar a integridade da sonda.

#### NOTA

Somente álcool Isopropílico 70% deve ser usados para verificação da óptica.

- ▶ Apenas 70 por cento em volume (%v/v) funcionará. A Endress+Hauser recomenda o uso de CiDehol 70 da Decon Laboratories.
- ▶ O uso de qualquer outro líquido para verificação resultará em uma verificação com falha e pode resultar em danos à célula de verificação e à sonda Raman.

### 3.7.2 Limpeza da janela da sonda

Se a janela da sonda Rxn-41 entrou em contato com a amostra, poeira ou impressões digitais, etc., pode ser necessário limpá-la. Deve-se tomar cuidado extra para garantir que a superfície da janela não seja ainda mais contaminada durante o processo de limpeza.

Para todas as outras manutenções, recomenda-se que a sonda Rxn-41 seja reparada nas instalações do fabricante.

#### Para limpar a janela da sonda Rxn-41:

1. Certifique-se de que o laser esteja **DESLIGADO** ou que a sonda esteja desconectada do analisador.
2. Aplique ar comprimido limpo na superfície para remover qualquer partícula solta.
3. Limpe a superfície usando um cotonete **levemente** umedecido com um solvente apropriado para a substância a ser limpa.

#### NOTA

- ▶ Os solventes podem incluir acetona de grau reagente, álcool isopropílico 100% (IPA) e água deionizada. Entre em contato com seu representante de serviço para outros solventes possíveis.
- ▶ Não permita que o solvente escorra por trás dos componentes de retenção.
- 4. Seque a superfície com um cotonete novo e limpo.
- 5. Repita as etapas 3 e 4 com um solvente adicional, se necessário.
- 6. Sopre com ar comprimido limpo para remover quaisquer resíduos do cotonete.
- 7. Inspecione a superfície para verificar a eficácia da limpeza. Repita as etapas anteriores conforme necessário.

A verificação com um microscópio de inspeção no processo de limpeza é altamente recomendada para localizar contaminantes espalhados, restos de cotonete, etc., que possam causar um aumento no ruído de fundo do espectro.

### 3.7.3 Inspeção e limpeza das fibras ópticas

Os conectores do feixe de fibra óptica devem estar limpos e livres de detritos e óleo para obter o desempenho ideal. Se for necessária limpeza, consulte as *Instruções de operação KFOC1 e KFOC1B dos cabos de fibra óptica Raman (BA02177C)*.

### 3.7.4 Purga e pressurização de volumes internos

Aproximadamente a cada 5 anos, todas as sondas que estiverem localizadas em áreas classificadas devem ter seus volumes internos purgados e pressurizados novamente.

## 3.8 Reparo

Os reparos não descritos neste documento só podem ser executados diretamente nas instalações do fabricante ou pela organização de serviço. Para assistência técnica, consulte em nosso site (<https://endress.com/contact>) a lista dos canais de venda locais em sua área.

Se um produto precisar ser devolvido para reparo ou substituição, siga todos os procedimentos de descontaminação indicados pelo seu provedor de serviços.

#### AVISO

**Se as peças molhadas não forem descontaminadas adequadamente antes de serem devolvidas, isso pode resultar em ferimentos graves ou fatais.**

Para garantir devoluções rápidas, seguras e profissionais do produto, entre em contato com sua organização de serviços.

Para informações adicionais sobre a devolução de produtos, consulte o site a seguir e selecione o mercado/região aplicável: <https://www.endress.com/en/instrumentation-services/instrumentation-repair>.

## 4 Função e projeto do sistema

### 4.1 Descrição do produto

#### 4.1.1 A sonda Rxn-41

A sonda espectroscópica Rxn-41 Raman, com tecnologia Raman desenvolvida pela Kaiser, destina-se à inserção direta em um ambiente piloto ou de processo. A sonda é compatível com analisadores Raman Rxn da Endress+Hauser que operam em 532 nm, 785 nm ou 993 nm e foi certificada para uso em áreas classificadas.

A sonda Rxn-41 é ideal para uso em indústrias químicas e refinarias para medir a produção em batelada ou em vazão/caudal contínua. Ela também é altamente eficaz para uso em instalações de fabricação de produtos farmacêuticos para reatores revestidos de vidro como parte de uma solução de quality-by-design (QbD) usando analisadores de tecnologia analítica de processo (PAT).

Para medições diretas em fluidos criogênicos, uma versão criogênica otimizada da sonda Rxn-41 está disponível.

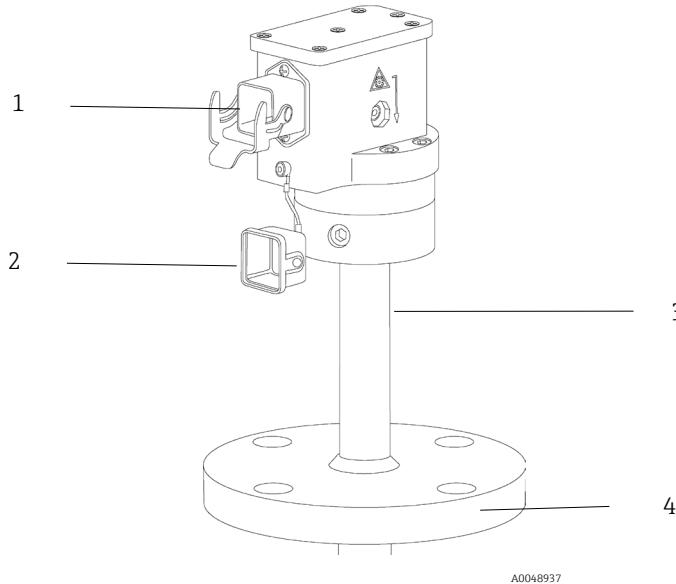


Figura 8. Sonda Rxn-41

#	Descrição
1	Conector do cabo eletro-óptico
2	Capa protetora do conector eletro-óptico
3	Corpo da sonda
4	Flange (opcional)

#### 4.1.2 Benefícios do design da sonda

A sonda Rxn-41 oferece os seguintes benefícios em comparação com as sondas tradicionais:

- Sonda vedada e design da óptica para compatibilidade com a inserção direta em líquidos
- Design de óptica fixa para estabilidade de medição a longo prazo e medições com relação sinal/ruído excelente
- Indicador "laser ligado" integrado
- Resistente a ambientes com produtos químicos, temperatura e pressão extremos
- Projetada e classificada de acordo com a norma ASME B31.3 para tubulação de processo
- Diversas opções disponíveis para atender aos requisitos individuais do local
- Certificada para uso em áreas classificadas
- Possui número de registro canadense (CRN) para instalação em 13 províncias e territórios.

## 4.2 Sonda e conexão de fibra óptica

A sonda Rxn-41 se conecta ao analisador Raman Rxn usando um cabo de fibra óptica Raman. O cabo EO de fibra óptica tem um conector único e robusto que contém as fibras ópticas de excitação e coleta, bem como um intertravamento elétrico do laser. O cabo de fibra óptica é vendido separadamente.

Os cabos de fibra óptica estão disponíveis em incrementos de 5 m (16,4 pés) até 200 m (656,2 pés), com o comprimento limitado pela aplicação.

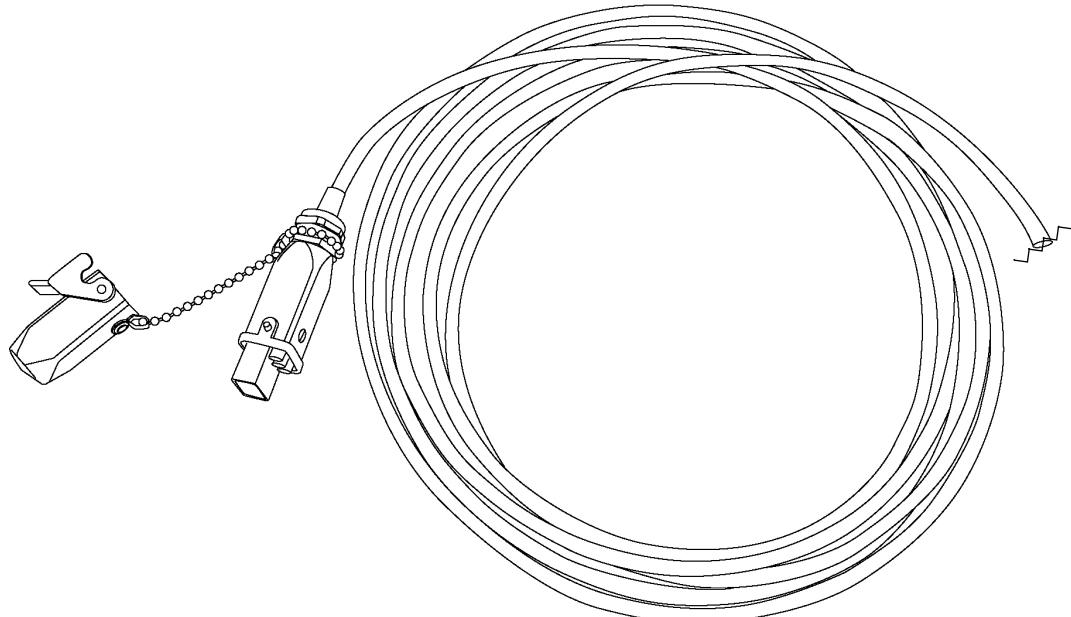
A Endress+Hauser recomenda o uso do cabo de fibra óptica KFOC1B Raman com os analisadores e sondas Raman Rxn. Consulte as instruções de operação aplicáveis do analisador Raman Rxn para mais informações sobre a conexão do analisador.

### NOTA

**A conexão da sonda ao cabo de fibra óptica deve ser conduzida por um engenheiro qualificado da Endress+Hauser ou equipe técnica especialmente treinada.**

- ▶ A menos que seja treinado por pessoal qualificado, as tentativas do cliente de conectar a sonda ao cabo de fibra óptica podem resultar em danos e podem invalidar a garantia.
- ▶ Entre em contato com seu representante de serviço Endress+Hauser local para suporte adicional relacionado à conexão da sonda e cabo de fibra.

A conexão de fibra para a sonda Rxn-41 é uma conexão de fibra direta em ângulo reto.



A0048938

Figura 9. Cabo de fibra EO mostrando o conector para o analisador

## 5 Dados técnicos

### 5.1 Especificações de temperatura e pressão

As especificações de temperatura e pressão da sonda Rxn-41 variam dependendo do tamanho da sonda e materiais de construção. Uma versão compatível com criogenia está disponível para a sonda Rxn-41 de 1" mediante solicitação. Outras especificações incluem:

- A pressão máxima é calculada conforme especificado na norma ASME B31.3 para o material e a geometria da sonda na temperatura nominal máxima.
- As classificações de pressão máxima de operação não incluem as classificações de quaisquer conexões ou flanges usados para instalar a sonda no sistema de processo. Esses itens devem ser avaliados de forma independente e podem reduzir a pressão máxima de operação da sonda.
- Classificação mínima de pressão: Todas as sondas têm uma classificação de pressão mínima de 0 bara (vácuo total). Entretanto, a menos que especificado, elas não são classificadas para baixa liberação de gases em serviços de alto vácuo.
- A sonda resiste a choques de água de 0 a 100 °C (32 a 212 °F).
- A rampa de temperatura é ≤ 30 °C/min (≤ 54 °F/min).

Componente	Materiais de construção	Temp. mín	Temp. máx	Pressão máxima de operação
Sonda Rxn-41 1"	Aço inoxidável 316L	-30 °C (-22 °F)	120 °C (248 °F)	141,5 barg (2053 psig)
	Liga C276	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	186,6 barg (2707 psig)
	Titânio grau 2	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	144,1 barg (2090 psig)
Sonda Rxn-41 de 2" (nominal)	Aço inoxidável 316L	-30 °C (-22 °F)	120 °C (248 °F)	49,7 barg (721 psig)
	Liga C276	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	68,8 barg (998 psig)
	Titânio grau 2	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	51,5 barg (747 psig)
Sonda Rxn-41 criogênica de 1"	Liga C276	-196 °C (-320,8 °F)	70 °C (158 °F)	213,7 barg (3100 psig)
	Combinação de metal híbrido (ponta C276/316L)	-196 °C (-320,8 °F)	70 °C (158 °F)	158,6 barg (2300 psig)
Cabo e conector	Cabo: PVC revestido, construção exclusiva Conexões: eletro-ótica exclusiva	-40 °C (-40 °F)	70 °C (158 °F)	não aplicável

## 5.2 Especificações de composição e temperatura para processo de gás natural liquefeito (GNL)

Uma configuração ideal da sonda Rxn-41 foi identificada para a medição e transferência de custódia de GNL em navios de bunkering de GNL:

- Combinação de metal híbrido (ponta de C276/corpo de 316L)
- Flange ASME B16.5 2", classe 150 RF com face ressaltada
- 220 mm (8,67 pol.) de comprimento sem suporte para diâmetros internos de tubo menores ou iguais a 254,0 mm (10,0 pol.)
- 240 mm (9,45 pol.) de comprimento sem suporte para diâmetros internos de tubo maiores ou iguais a 254,0 mm (10,0 pol.)
- Operação criogênica de -180 °C (93 K) a -156 °C (117 K)
- Comprimento exposto recomendado de 25,4 mm (1,0 pol.) para diâmetro interno do tubo menor que 152,4 mm (6,0 pol.)
- Comprimento exposto recomendado de 76,2 mm (3,0 pol.) para diâmetro interno do tubo maior que 152,4 mm (6,0 pol.)

Com essa configuração de sonda, os cálculos de tensão de frequência de esteira indicam que, para condições de vazão/caudal turbulenta, a sonda de 220 mm (8,67 pol.) de comprimento sem suporte satisfaz os requisitos de resistência e capacidade de manutenção da ASME PTC 19.3 TW-2016. Isso se aplica a fluxos típicos de GNL com densidade < 500 kg/m<sup>3</sup> (31,21 lb/pés<sup>3</sup>) para vazões até os níveis especificados abaixo.

A tabela fornece as taxas de vazão/caudal máximas para a sonda de 220 mm (8,67 pol.) para diâmetros internos de tubo de 50,88 a 250,0 mm (2 a 10 pol.) e para a sonda de 240 mm (9,45 pol.) para diâmetros internos de tubo de 304,8 a 355,6 mm (12 a 14 pol.).

Diâmetro interno do tubo	Comprimento recomendado de inserção da sonda	Taxa de vazão/caudal linear máxima	Taxa de vazão/caudal volumétrica máxima
<b>220 mm (8,67 pol.) de comprimento sem suporte</b>			
50,8 mm (2,0 pol.)	25,4 mm (1,0 pol.)	14 m/seg (46 pés/seg)	100 m <sup>3</sup> /hr (26.430 gal/hr)
101,6 mm (4,0 pol.)	25,4 mm (1,0 pol.)	14 m/seg (46 pés/seg)	400 m <sup>3</sup> /hr (105.600 gal/hr)
152,4 mm (6,0 pol.)	76,2 mm (3,0 pol.)	14 m/seg (46 pés/seg)	900 m <sup>3</sup> /hr (237.750 gal/hr)
203,2 mm (8,0 pol.)	76,2 mm (3,0 pol.)	14 m/seg (46 pés/seg)	1600 m <sup>3</sup> /hr (422.670 gal/hr)
254,0 mm (10,0 pol.)	76,2 mm (3,0 pol.)	14 m/seg (46 pés/seg)	2500 m <sup>3</sup> /hr (660.420 gal/hr)
<b>240 mm (9,45 pol.) de comprimento sem suporte</b>			
304,8 mm (12,0)	76,2 mm (3,0 pol.)	12,5 m/seg (40,8 pés/seg)	3293,3 m <sup>3</sup> /hr (870.000 gal/hr)
355,6 mm (14,0 pol.)	76,2 mm (3,0 pol.)	12,5 m/seg (40,8 pés/seg)	4474,4 m <sup>3</sup> /hr (1.182.000 gal/hr)

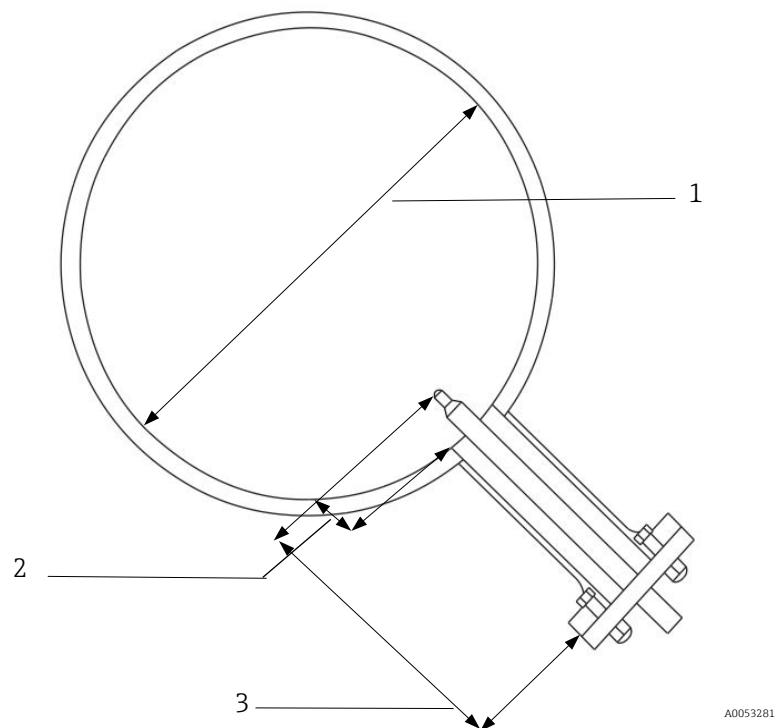


Figura 10. Parâmetros de instalação da sonda Rxn-41 para bunkering de GNL

#	Descrição
1	Diâmetro interno do tubo
2	Exposto
3	Sem suporte

## 5.3 Especificações gerais

Item	Descrição	
Comprimento de onda do laser	532 nm, 785 nm ou 993 nm	
Cobertura espectral	A cobertura espectral da sonda é limitada pela cobertura do analisador utilizado	
Temperatura ambiente	Atmosferas não explosivas: -30 a 150 °C / -22 a 302 °F Atmosferas explosivas: T4: -20 a 70 °C / -4 a 158 °F T6: -20 a 65 °C / -4 a 149 °F Limitado à temperatura ambiente normal IEC 60079-0 para Coreia	
Potência máxima do laser na sonda	< 499 mW	
Distância de trabalho da saída da sonda	curto: 0 mm (0 pol.) longo: 3 mm (0,12 pol.)	
IEC 60529 para conector de ângulo direito (EO)	IP65	
IEC 60529 para conector reto em aço inoxidável (EO)	IP65	
Classificação TIPO América do Norte para conector (EO) de ângulo reto	TIPO 13 <sup>1</sup>	
Materiais de construção:	corpo da sonda	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Liga C276 ou aço inoxidável 316 L</li> <li>■ Titânio grau 2 disponível mediante solicitação</li> <li>■ Combinação de metal híbrido (aço inoxidável 316 L, liga C276) disponível mediante solicitação</li> </ul>
Materiais molhados	janela	safira de ultra pureza
Comprimento de imersão da sonda	Liga C276	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rxn-41 de 1": Até 3040 mm (120 pol.)</li> <li>■ Rxn-41 de 2": Até 4550 mm (179,1 pol.)</li> </ul>
	Aço inoxidável 316L	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rxn-41 de 1": Até 3040 mm (120 pol.)</li> <li>■ Rxn-41 de 2": Até 4550 mm (179,1 pol.)</li> </ul>
	Titânio grau 2	Rxn-41 de 1": Até 350 mm (13,78 pol.)
Diâmetro imersível da sonda	Liga C276	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 25,4 mm (1 pol.)</li> <li>■ 60,3 mm (2 polegadas nominais; D.E. real 2,38 pol.)</li> </ul>
	Aço inoxidável 316L	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 25,4 mm (1 pol.)</li> <li>■ 60,3 mm (2 polegadas nominais; D.E. real 2,38 pol.)</li> </ul>
	Titânio grau 2	25,4 mm (1 pol.)
Resistência química	Limitada pelos materiais de construção	
Flanges	tipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ASME B16.5</li> <li>■ Flanges DIN EN1092 Tipo B disponíveis mediante solicitação</li> </ul>
	diâmetro	38,1 mm (1,5 pol.) no mínimo até 305 mm (12 pol.) no máximo

<sup>1</sup> Esta é uma autodeclaração de conformidade com os requisitos UL 50E para o TIPO 13. Ela não constitui uma certificação UL ou autorização para usar a marca UL.

Todas as especificações de cabos de fibra óptica podem ser encontradas nas *Informações técnicas KFOC1 e KFOC1B dos cabos de fibra óptica Raman (TI01641C)*.

## 5.4 Exposição máxima permitida

A exposição máxima permitida (MPE) é o nível máximo de exposição à radiação laser que pode ocorrer antes que sejam causados danos oculares ou à pele. A MPE é calculada usando o comprimento de onda de laser ( $\lambda$ ) em nanômetros, a duração da exposição em segundos (t) e a densidade de energia envolvida ( $J \cdot cm^{-2}$  ou  $W \cdot cm^{-2}$ ).

### 5.4.1 MPE para exposição ocular

A norma ANSI Z136.1 fornece meios para calcular a MPE para exposição ocular. Consulte a norma para calcular os níveis de MPE relevantes para o caso de exposição ao laser da sonda Rxn-41 e da ocorrência improvável de exposição ao laser devido a uma fibra óptica rompida.

MPE para exposição ocular de fonte pontual a um raio laser			
Comprimento de onda $\lambda$ (nm)	Duração da exposição t (s)	Cálculo da MPE	
		(J·cm <sup>-2</sup> )	(W·cm <sup>-2</sup> )
532	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$1,0 \times 10^{-7}$	-
	$10^{-11}$ a $5 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-7}$	-
	$5 \times 10^{-6}$ a 10	$1,8 t^{0,75} \times 10^{-3}$	-
	10 a 30.000	-	$1 \times 10^{-3}$

MPE para exposição ocular de fonte pontual a um raio laser				
Comprimento de onda $\lambda$ (nm)	Duração da exposição t (s)	Cálculo da MPE		$C_A$
		(J·cm <sup>-2</sup> )	(W·cm <sup>-2</sup> )	
785 e 993	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$1,5 C_A \times 10^{-8}$	-	785: $C_A = 1,479$ 993: $C_A = 3,855$
	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	$2,7 C_A t^{0,75}$	-	
	$10^{-9}$ a $18 \times 10^{-6}$	$5,0 C_A \times 10^{-7}$	-	
	$18 \times 10^{-6}$ a 10	$1,8 C_A t^{0,75} \times 10^{-3}$	-	
	10 a $3 \times 10^4$	-	$C_A \times 10^{-3}$	

### 5.4.2 MPE para exposição da pele

A norma ANSI Z136.1 fornece meios para calcular a MPE para exposição da pele. Consulte a norma para calcular os níveis de MPE relevantes para o caso de exposição ao laser da sonda Rxn-41 e da ocorrência improvável de exposição ao laser devido a uma fibra óptica rompida.

MPE para exposição da pele a um raio laser				
Comprimento de onda $\lambda$ (nm)	Duração da exposição $t$ (s)	Cálculo da MPE		$C_A$
		(J·cm <sup>-2</sup> )	(W·cm <sup>-2</sup> )	
532, 785 e 993	$10^{-9}$ a $10^{-7}$	$2 C_A \times 10^{-2}$	-	532: $C_A = 1,000$ 785: $C_A = 1,479$ 993: $C_A = 3,855$
	$10^{-7}$ a 10	$1,1 C_A t^{0,25}$	-	
	$10$ a $3 \times 10^4$	-	$0,2 C_A$	

### 5.5 Materiais de construção

Material	Versão			
	Liga C276 [UNS N10276; Hastelloy C276]	316 L [UNS S31603]	Híbrido C276/316L	Titânio [UNS R50400]
Úmido	Liga C276	Aço inoxidável 316L	Liga C276/Aço inoxidável 316L	Titânio grau 2
	safira de ultrapureza	safira de ultrapureza	safira de ultrapureza	safira de ultrapureza
Não úmidos	Liga C276	Aço inoxidável 316L	Aço inoxidável 316L	Titânio grau 2
	aço inoxidável 316/316L	aço inoxidável 316/316L	aço inoxidável 316/316L	aço inoxidável 316/316L
	aço inoxidável 303/304	aço inoxidável 303/304	aço inoxidável 303/304	aço inoxidável 303/304
	cobre sem oxigênio	cobre sem oxigênio	cobre sem oxigênio	cobre sem oxigênio
	epóxi de alta temperatura	epóxi de alta temperatura	epóxi de alta temperatura	epóxi de alta temperatura

[www.addresses.endress.com](http://www.addresses.endress.com)

---