

# Instruções de operação

## Sonda espectroscópica

### Raman Rxn-10





## Sumário

<b>1</b>	<b>Notas gerais .....</b>	<b>4</b>
1.1	Avisos .....	4
1.2	Símbolos no equipamento .....	4
1.3	Conformidade de exportação dos EUA .....	4
1.4	Glossário.....	5
<b>2</b>	<b>Instruções básicas de segurança.....</b>	<b>6</b>
2.1	Especificações para a equipe.....	6
2.2	Uso indicado.....	6
2.3	Segurança do local de trabalho.....	6
2.4	Segurança da operação .....	6
2.5	Segurança do produto .....	7
2.6	Segurança do laser .....	9
2.7	Segurança do serviço.....	9
2.8	Medidas de segurança importantes .....	9
<b>3</b>	<b>Fase do ciclo de vida do produto .....</b>	<b>10</b>
3.1	Compra.....	10
3.2	Recebimento .....	10
3.3	Conjunto.....	11
3.4	Comissionamento .....	18
3.5	Operação .....	20
3.6	Diagnóstico e localização de falhas.....	21
3.7	Manutenção.....	23
3.8	Reparo .....	23
<b>4</b>	<b>Função e design do sistema.....</b>	<b>24</b>
4.1	Descrição do produto .....	24
<b>5</b>	<b>Dados técnicos .....</b>	<b>26</b>
5.1	Especificações da sonda .....	26
5.2	Especificações do cabo de fibra ótica .....	27
5.3	Exposição máxima permitida .....	28

# 1 Notas 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 de menor grau 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 sobre o perigo da exposição à radiação laser visível perigosa ao utilizar o sistema.
	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 transportam alta tensão exigem requisitos e procedimentos especiais de segurança.
	O símbolo WEEE indica que o produto não deve ser descartado como resíduo não identificado, mas sim deve ser encaminhado para 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).

## 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.

## 1.4 Glossário

Termo	Descrição
µm	micrômetro
ANSI	<a href="#">American National Standards Institute (Instituto Nacional Americano de Padrões)</a>
°C	Celsius
CDRH	<a href="#">Center for Devices and Radiological Health (Centro de Equipamentos e Saúde Radiológica)</a>
CFR	<a href="#">Code of Federal Regulations (Código de Regulamentações Federais)</a>
cm	centímetro
CSA	<a href="#">Canadian Standards Association (Associação de Normas Canadense)</a>
EO	Eletro-óptica
°F	Fahrenheit
FC	fiber channel - canal de fibra
ft	pés
HCA	Acessório de calibração Raman
IEC	<a href="#">International Electrotechnical Commission (Comissão Internacional de Eletrotécnica)</a>
kg	quilograma
lb	libras
LED	diodo emissor de luz
m	metros
mm	milímetro
MPE	Exposição máxima permitida
mW	miliwatt
nm	nanômetro
pol.	polegadas
RD	Vermelho
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 nas instalações do fabricante ou pela organização de serviço.

### 2.2 Uso indicado

A sonda espectroscópica Rxn-10 Raman foi projetada para medições de amostras em um ambiente de laboratório, desenvolvimento de processos ou fabricação (quando parte de um sistema de sonda de uso único). O cabeçote da sonda é compatível com uma ampla variedade de ópticas intercambiáveis, comercialmente disponíveis (de imersão e sem contato), para atender aos requisitos de diferentes aplicações. Aplicações recomendadas incluem:

- **Química:** monitoramento de reações, mistura, monitoramento de catalisadores, especiação de hidrocarbonetos, otimização de unidades de processo
- **Polímero:** Monitoramento da reação de polimerização, monitoramento de extrusão, mistura de polímeros
- **Farmacêutica:** monitoramento da reação de insumos farmacêuticos ativos, cristalização
- **Biofarmacêutica:** monitoramento, otimização e controle de cultura de células e fermentação
- **Alimentos e bebidas:** mapeamento da heterogeneidade zonal de carnes e peixes

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 para 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/ópticas (se aplicável).
- Não opere produtos danificados, e proteja-os contra 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 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 equipamentos 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](#).

### 2.5.1 Conformidade CDRH e IEC

Os analisadores Raman da Endress+Hauser são certificados pela Endress+Hauser para atender aos requisitos do CDRH e requisitos de segurança para uso internacional da 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.

### 2.5.2 Intertravamento de segurança do laser

A sonda Rxn-10, conforme instalada, forma parte do circuito de intertravamento. Se o cabo de fibra-óptica for rompido, o laser irá desligar em milissegundos após a ruptura.

#### 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-óptica com um raio de curvatura mínimo de acordo com as *Informações técnicas do cabo de fibra óptica Raman (TI01641C)*.

### 2.5.3 Indicador de emissão de radiação laser e obturador do raio laser

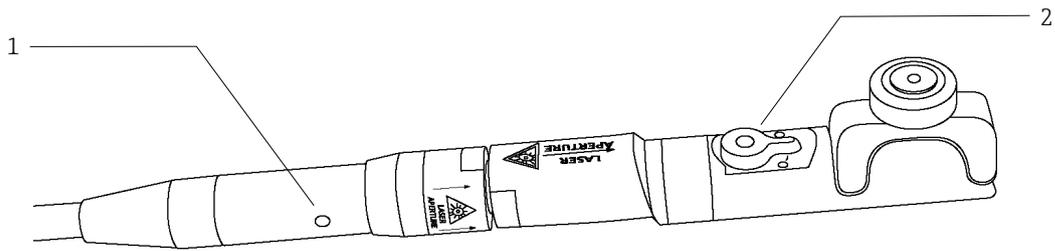
Além dos indicadores em conformidade com a CDRH na unidade base de um analisador Raman Rxn, a sonda Rxn-10 possui um indicador elétrico de emissão laser em conformidade com a CDRH.

A sonda Rxn-10 incorpora um obturador de raio laser que pode ser fechado para evitar a emissão de laser. A posição "I" indica o potencial de emissão. Mover a alavanca para além da posição "O" indica que a emissão está bloqueada.



#### AVISO

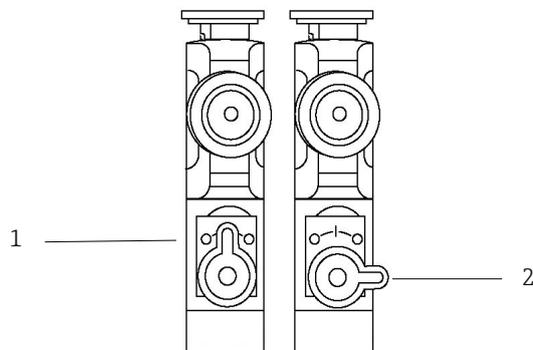
**A alavanca do obturador deve ser movida para além do "O" até o detentor para bloquear completamente a emissão.**



A0048400

Figura 1. Localização do indicador de emissão de radiação laser e obturador do raio laser

#	Descrição
1	Indicador de emissão de laser
2	Obturador do raio laser



A0048409

Figura 2. Posições LIGADO e DESLIGADO do obturador do raio laser

#	Descrição
1	Ligado
2	Desligado

## 2.6 Segurança do laser

A sonda Rxn-10 é conectada a um analisador Raman Rxn. 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

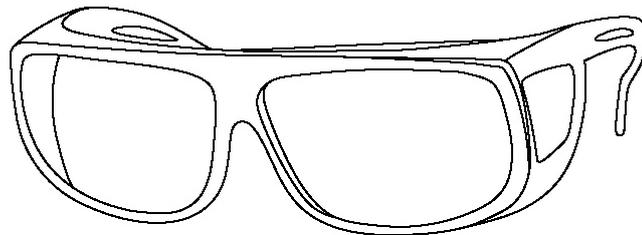
- ▶ Evite exposição ao raio
- ▶ Produto laser de classe 3B

### ⚠ 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 mais preocupações de segurança, porque a radiação geralmente não é visível ou é pouco visível. Sempre esteja consciente da direção inicial e possíveis trajetos de dispersão do laser. O uso de óculos de proteção contra laser OD3 ou superior é altamente recomendado para comprimentos de onda de excitação de 532 nm e 785 nm e OD4 ou superior para um comprimento de onda de excitação de 1000 nm.



A0048421

Figura 3. 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 *Dados* → ⓘ para os parâmetros relevantes para calcular a exposição máxima permitida (MPE) e a distância nominal de risco ocular (NOHD).

## 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-10 para nada além de seu uso indicado.
- Não olhe diretamente para o raio laser.
- Não aponte o laser para superfícies espelhadas/brilhantes ou para uma superfície que possa causar reflexos difusos. O raio refletido é tão perigoso quanto o raio direto.
- Quando não estiver em uso, feche o obturador da sonda Rxn-10. Se uma tampa óptica estiver disponível, coloque-a na óptica não utilizada.
- Sempre utilize um bloqueador de raios laser para evitar dispersão inadvertida da radiação laser.
- Sempre fixe o cabeçote da sonda de forma que ele não aponte para as pessoas. Nunca manuseie o cabeçote da sonda livremente quando ele estiver em operação.

## 3 Fase do ciclo de vida do produto

### 3.1 Compra

#### 3.1.1 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
KA01546C	Resumo das instruções de operação	Sonda espectroscópica Raman Rxn-10
TI01629C	Informações técnicas	Sonda espectroscópica Raman Rxn-10
BA02173C	Instruções de operação	Acessório de calibração Raman
BA02294C	Instruções de operação	Kit de verificação e calibração da multióptica
BA02295C	Instruções de operação	Kit de verificação e calibração do conjunto de vazão Raman
BA02171C	Instruções de operação	Ópticas de acessórios para a sonda Rxn-10
TI01635C	Informações técnicas	Ópticas de acessórios para a sonda Rxn-10

#### 3.1.2 Escopo de entrega

O escopo de entrega inclui:

- Sonda Rxn-10
- Manual *Instruções de operação da sonda espectroscópica Raman Rxn-10*
- Certificado de desempenho do produto da sonda Rxn-10
- Declarações locais de conformidade, se aplicável
- Acessórios opcionais da sonda Rxn-10, se aplicável
- Certificados do material, se aplicável

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

## 3.2 Recebimento

### 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.

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

No mínimo, a sonda e a etiqueta contêm as seguintes informações:

- Marca da Endress+Hauser
- Identificação do produto (por ex., Rxn-10)
- Número de série

Quando o tamanho permitir, as seguintes informações também são incluídas:

- 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 etiqueta com o pedido.

### 3.2.2.2 Endereço do fabricante

Endress+Hauser  
371 Parkland Plaza  
Ann Arbor, MI 48103 EUA

## 3.3 Conjunto

### 3.3.1 Instalação

Durante a instalação, precauções de segurança padrão para o olho e a pele para produtos laser classe 3B (conforme EN 60825/IEC 60825-14 ou ANSI Z136.1) devem ser observadas. Além disso, observe o seguinte:

<b>⚠ AVISO</b>	<p><b>Precauções padrão para produtos laser devem ser observadas.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ As sondas devem sempre ter o obturador fechado ou ser apontadas para longe das pessoas e em direção a um alvo de difusão se não forem instaladas em uma câmara de amostra.</li> </ul>
<b>⚠ CUIDADO</b>	<p><b>A entrada do laser na sonda Rxn-10 não deve exceder 499 mW.</b></p> <p><b>Se for permitido que a luz difusa entre em uma sonda não usada, isso interferirá com os dados coletados de uma sonda usada e pode causar falha na calibração ou erros de medição.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sondas não usadas devem SEMPRE ter o obturador fechado para evitar a entrada de luz difusa na sonda. Se uma tampa óptica estiver disponível, coloque-a na óptica não utilizada.</li> </ul>
<b>NOTA</b>	<p><b>Ao instalar o cabeçote da sonda <i>in situ</i>, 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.</b></p>

#### 3.3.1.1 Conexão da sonda e fibra óptica

A sonda Rxn-10 é compatível com a linha completa de analisadores Raman Rxn da Endress+Hauser.

A sonda Rxn -10 se conecta ao analisador Raman Rxn através do cabo eletro-óptico (EO) de fibra óptica para uso com os analisadores Raman Rxn fabricados durante ou após setembro de 2019

O cabo de fibra óptica não pode ser removido do corpo da sonda Rxn -10. Cabos de fibra óptica com extensão opcionais estão disponíveis.

Consulte as instruções de operação aplicáveis do analisador Raman Rxn para detalhes 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 local da Endress+Hauser para suporte adicional relacionado à conexão da sonda e cabo de fibra óptica.

#### 3.3.1.1.1 Cabo de fibra óptica EO

O cabo de fibra óptica EO conecta a sonda Rxn -10 ao analisador com um único conector robusto que contém as fibras ópticas de excitação e coleta, bem como um intertravamento elétrico do laser.

Um cabo EO de extensão está disponível para comprimentos maiores do cabo ou instalação em conduítes.

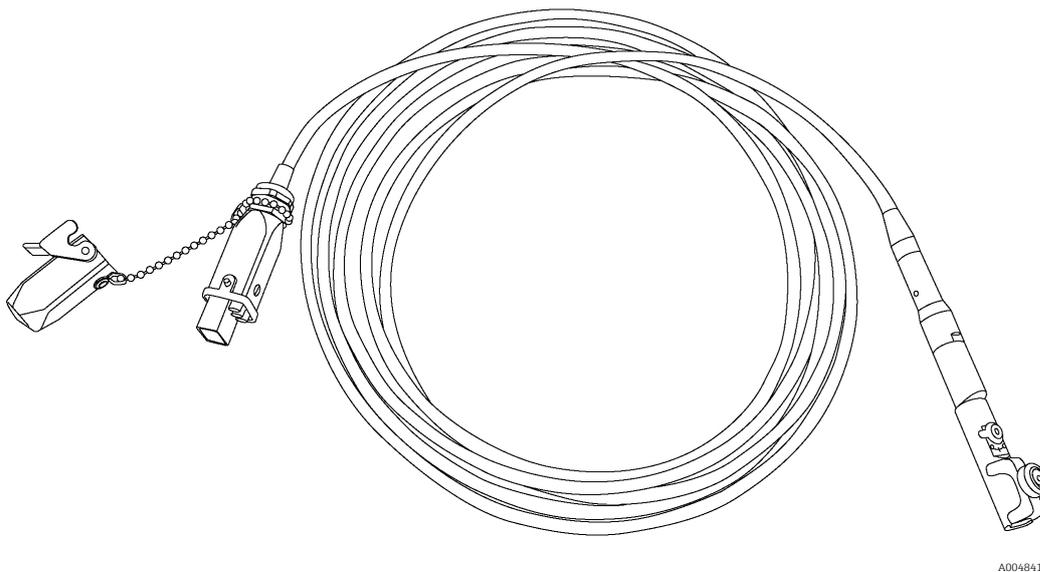


Figura 4. Cabo de fibra óptica EO mostrando o conector para o analisador

#### 3.3.1.2 Instalação da óptica

A sonda Rxn-10 é compatível com uma variedade de ópticas de imersão, ópticas sem contato e bancada de microvazão com microcélula de vazão. O cabeçote da sonda possui uma braçadeira de compressão que fixa a óptica de imersão ou a bancada de microvazão. A braçadeira também segura o adaptador para as ópticas sem contato.

Antes da instalação, certifique-se de que quaisquer tampas de proteção foram removidas das ópticas.

Para substituir uma óptica em um cabeçote de sonda, consulte *Calibração e verificação da sonda* → para realizar uma calibração de intensidade para esse cabeçote de sonda com a nova óptica.

##### 3.3.1.2.1 Instalando ópticas de imersão e BIO-Ópticas

As ópticas de imersão e BIO-Ópticas da Endress+Hauser são inseridas na sonda Rxn-10 e são fixadas por uma braçadeira com limite de torque, baseada em parafusos de aperto. O parafuso de aperto manual na sonda Rxn-10 nunca deve ser completamente removido.

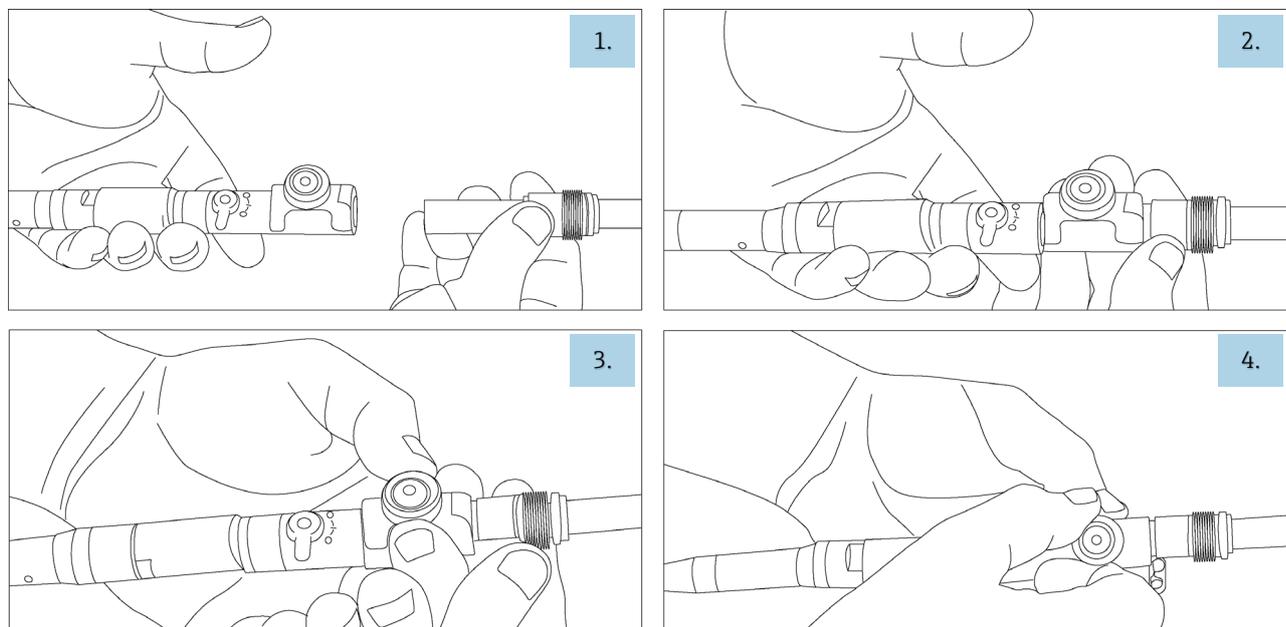
#### AVISO

**Ao instalar ou remover as ópticas de imersão, certifique-se de que o obturador do laser e da emissão estejam na posição fechada.**

Para instalar uma óptica de imersão:

1. Se necessário, afrouxe o parafuso de aperto manual limitante de torque na sonda Rxn-10 girando o parafuso no sentido anti-horário aproximadamente 1 volta (não remova). Em seguida, localize a extremidade da óptica que se conecta à sonda, que é a extremidade que inclui as marcações do produto.
2. Insira a extremidade da óptica que se conecta à sonda através da braçadeira da óptica.
3. Empurre a óptica para trás até que ela pare.

4. Aperte o parafuso de aperto manual girando-o suavemente no sentido horário até ouvir um som de "clique". Isso indica que o parafuso de aperto manual atingiu o torque desejado. Não apertar o parafuso resultará na óptica se soltando, o que pode danificar a óptica.
5. Após instalar uma óptica no cabeçote da sonda, use o Acessório de Calibração Raman para realizar uma calibração de intensidade para o cabeçote da sonda com a nova óptica antes de usar.



A0049416

Figura 5. Instalação de uma óptica de imersão (IO) ou bio-Optic na sonda Rxn-10

Para remover uma óptica de imersão:

Afrouxe o parafuso de aperto com limite de torque girando-o no sentido anti-horário aproximadamente 1 volta, para que a óptica de imersão seja liberada de sua braçadeira. Não remova o parafuso. Em seguida, deslize a óptica de imersão para fora.

#### 3.3.1.2.2 Instalação da multióptica bio

A multióptica bio da Endress+Hauser é inserida na sonda Rxn-10 e é fixada por uma braçadeira baseada em um parafuso manual com limite de torque. O parafuso de aperto manual na sonda Rxn-10 nunca deve ser completamente removido.

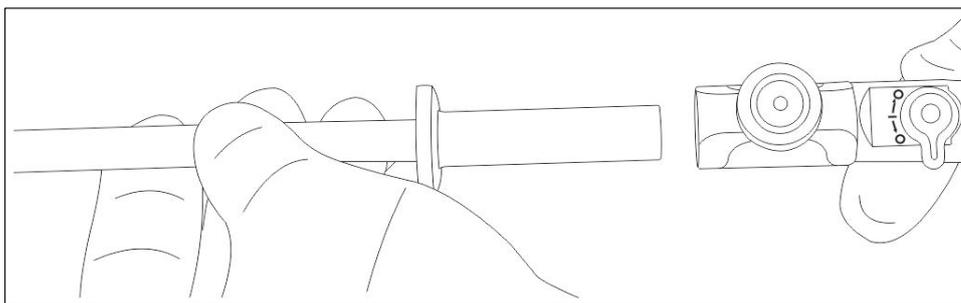
#### **⚠ AVISO**

**Ao instalar ou remover as ópticas, certifique-se de que o obturador do laser e da emissão estejam na posição fechada.**

Para instalar a óptica na sonda:

1. Se necessário, afrouxe o parafuso de aperto manual de metal na sonda Rxn-10 girando o parafuso no sentido anti-horário aproximadamente 1 volta (não remova).

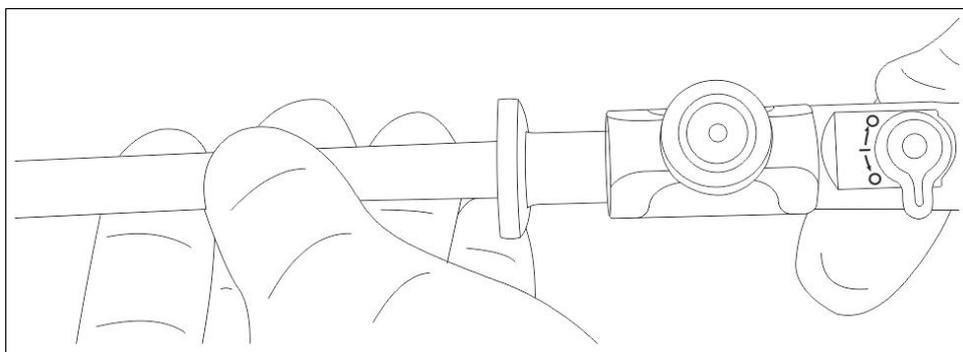
2. Insira a óptica através da braçadeira da óptica.



A0051185

Figura 6. Inserindo a multióptica bio na sonda Rxn-10

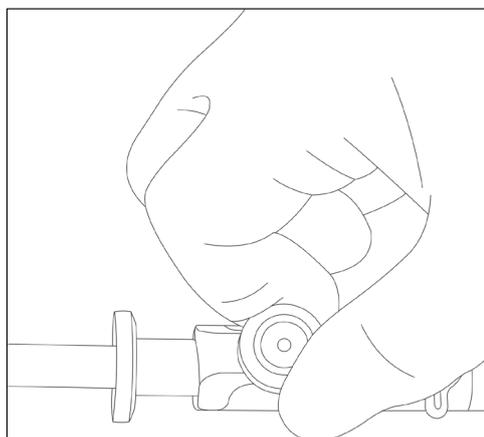
3. Empurre a óptica para trás até que ela pare.



A0051186

Figura 7. Posição final da multióptica bio na sonda Rxn-10

4. Aperte o parafuso de aperto manual girando-o suavemente no sentido horário até ouvir um som de "clique". Isso indica que o parafuso de aperto manual atingiu o torque desejado. Não apertar o parafuso resultará na óptica se soltando, o que pode danificar a óptica.



A0051187

Figura 8. Apertando o parafuso de aperto na sonda Rxn-10

5. Após instalar uma óptica na sonda, use o Acessório de Calibração Multióptica para realizar uma calibração de intensidade para a sonda com a nova óptica. Como alternativa, o acessório de calibração Raman (HCA) pode ser utilizado, mas é necessário uma manga bio.

Para remover a multióptica bio da sonda Rxn-10:

Afrouxe o parafuso de aperto manual com limite de torque girando-o no sentido anti-horário aproximadamente 1 volta, para que a óptica seja liberada de sua braçadeira. Não remova o parafuso. Em seguida, deslize a óptica para fora.

### 3.3.1.2.3 Instalação do sistema óptico Raman para uso único

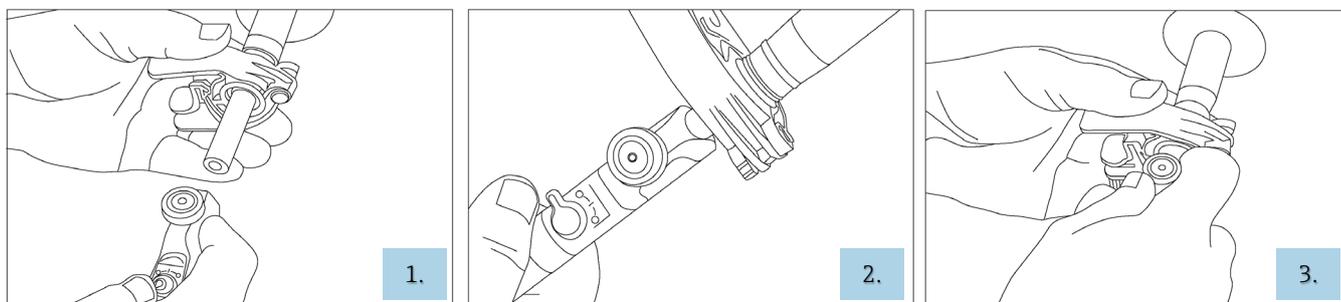
A sistema óptico Raman da Endress+Hauser para uso único é inserido na sonda Rxn-10 e é fixada por uma braçadeira baseada em um parafuso de aperto manual com limite de torque. O parafuso de aperto na sonda Rxn-10 nunca deve ser completamente removido.

**AVISO**

**Ao instalar ou remover as ópticas, certifique-se de que o obturador do laser e da emissão estejam na posição fechada.**

Para instalar o sistema óptico Raman para uso único:

1. Afrouxe o parafuso de aperto manual de metal na sonda Rxn-10 girando o parafuso no sentido anti-horário aproximadamente 1 volta (não remova). Em seguida, insira a óptica através da braçadeira da óptica.
2. Empurre a óptica para trás até que ela pare.
3. Aperte o parafuso de aperto manual girando-o suavemente no sentido horário até ouvir um som de "clique". Isso indica que o parafuso de aperto manual atingiu o torque desejado. Não apertar o parafuso resultará na óptica se soltando, o que pode danificar a óptica.



A0048417

Figura 9. Instalação do sistema óptico Raman para uso único na sonda Rxn-10

4. Após instalar uma óptica na sonda e antes de conectar a conexão, use o acessório de calibração de multióptica para realizar uma calibração de intensidade para a sonda com a nova óptica. Como alternativa, o acessório de calibração Raman (HCA) e o adaptador de calibração de uso único podem ser usados.

Para remover o sistema óptico Raman para uso único:

Afrouxe o parafuso de aperto manual com limite de torque girando-o no sentido anti-horário aproximadamente 1 volta, para que a óptica seja liberada de sua braçadeira. Não remova o parafuso. Em seguida, deslize a óptica para fora.

## 3.3.1.2.4 Instalando ópticas sem contato

As ópticas sem contato oferecidas com a sonda Rxn-10 são rosqueadas, portanto, um adaptador rosqueado é necessário para fixar a óptica na sonda Rxn-10.

**AVISO**

**Ao instalar ou remover as ópticas sem contato, certifique-se de que o obturador do laser e da emissão estejam na posição fechada.**

Para instalar uma óptica sem contato:

1. Afrouxe o parafuso de aperto manual de metal na sonda Rxn-10 girando o parafuso no sentido anti-horário aproximadamente 1 volta (não remova). Em seguida, localize a extremidade estreita e sem rosca do adaptador.
2. Insira a extremidade estreita do adaptador através da braçadeira. Empurre o adaptador para trás até que ele pare.
3. Aperte o parafuso de aperto manual girando-o suavemente no sentido horário até ouvir um som de "clique". Isso indica que o parafuso de aperto manual atingiu o torque desejado. Não apertar o parafuso resultará no adaptador se soltando.
4. Localize a extremidade com rosca externa da óptica sem contato.
5. Rosqueie a óptica sem contato na extremidade rosqueada do adaptador.
6. Após instalar uma óptica no cabeçote da sonda, use o Acessório de Calibração Raman para realizar uma calibração de intensidade para o cabeçote da sonda com a nova óptica antes de usar.

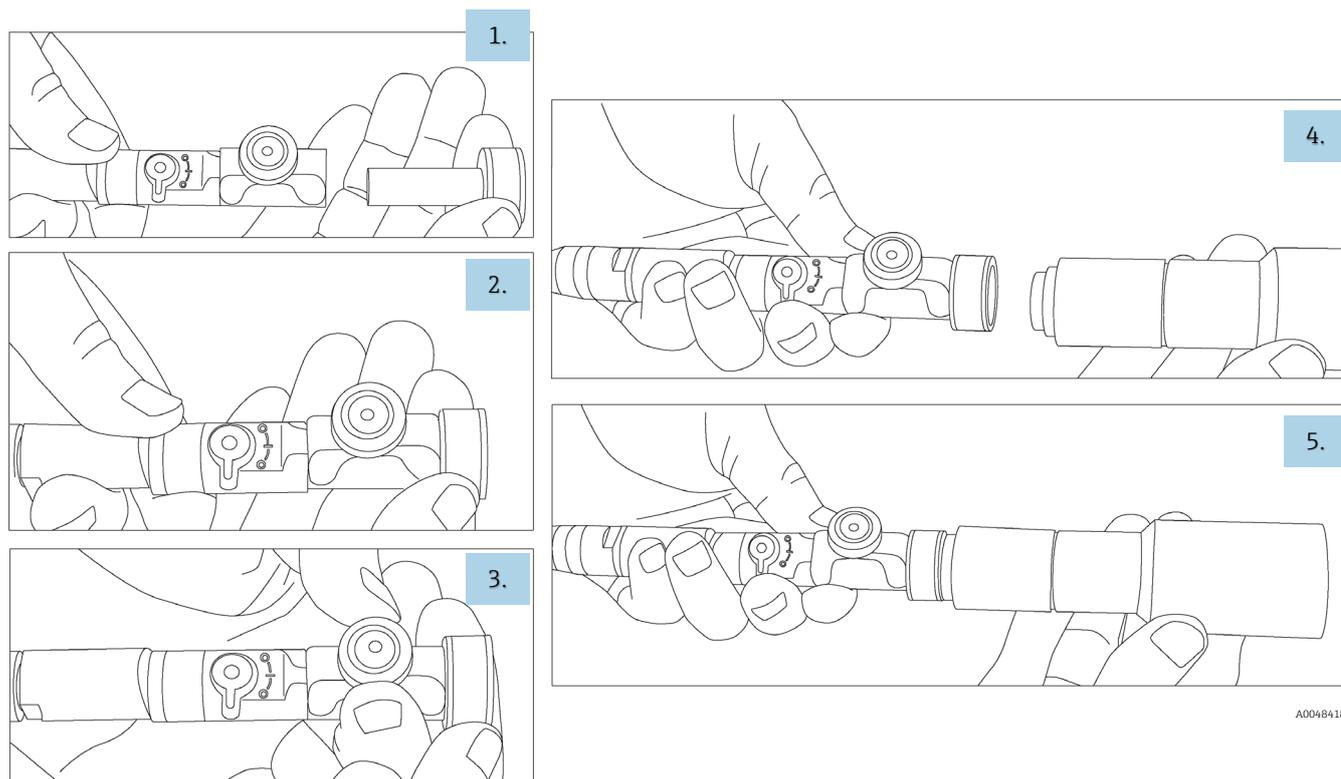


Figura 10. Instalando um adaptador e uma óptica sem contato na sonda Rxn-10

Para remover uma óptica sem contato:

Desrosqueie a óptica sem contato do adaptador. Se uma óptica de imersão for usada, remova o adaptador girando o parafuso de aperto manual com limite de torque no sentido anti-horário aproximadamente 1 volta, até que o adaptador seja liberado da braçadeira. Em seguida, deslize o adaptador para fora.

### 3.3.1.2.5 Instalação da bancada de micro vazão

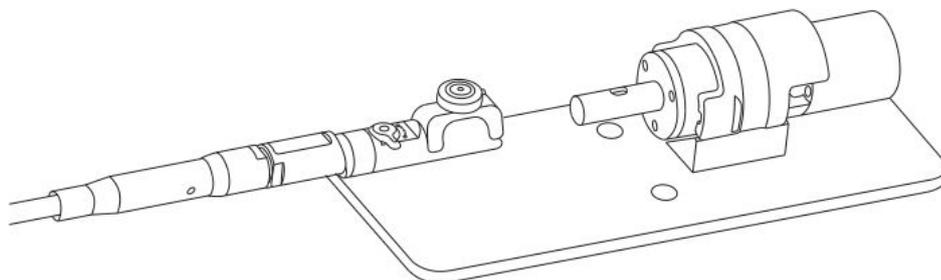
A bancada de microvazão da Endress+Hauser é inserida na sonda Rxn-10 e é fixada por uma braçadeira baseada em um parafuso manual com limite de torque. O parafuso de aperto manual na sonda Rxn-10 nunca deve ser completamente removido.

**AVISO**

**Ao instalar ou remover as ópticas, certifique-se de que o obturador do laser e da emissão estejam na posição fechada.**

Para instalar a bancada de micro vazão na sonda:

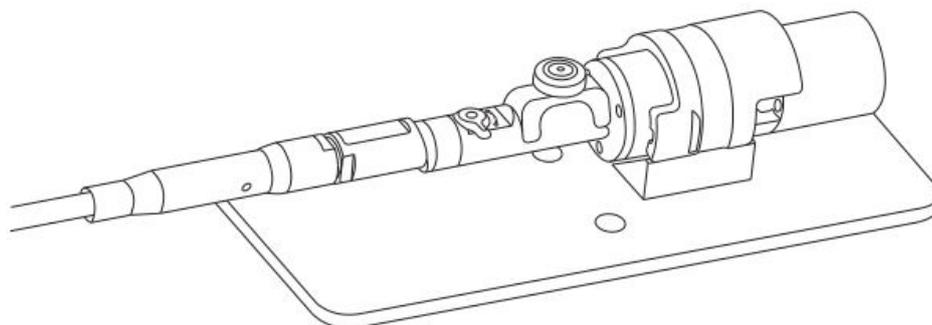
1. Se necessário, afrouxe o parafuso de aperto manual de metal na sonda Rxn-10 girando o parafuso no sentido anti-horário aproximadamente 1 volta (não remova).
2. Insira a braçadeira óptica da extremidade da sonda no adaptador Rxn-10 da bancada de microvazão.



A0052579

Figura 11. Inserção da sonda Rxn-10 no adaptador Rxn-10 da bancada de microvazão

3. Deslize a sonda sobre o adaptador Rxn-10 da bancada de microvazão tanto quanto possível.



A0052580

Figura 12. Posição final da sonda Rxn-10 com a bancada de microvazão

4. Aperte o parafuso de aperto manual girando-o suavemente no sentido horário até ouvir um som de "clique". Isso indica que o parafuso de aperto manual atingiu o torque desejado. Não apertar o parafuso resultará na óptica se soltando, o que pode danificar a óptica.
5. Depois de instalar a bancada de micro vazão, use o kit de calibração da bancada de micro vazão para realizar uma calibração de intensidade para a sonda com a nova óptica.

Para remover a sonda Rxn-10 da bancada de microvazão:

Afrouxe o parafuso de aperto manual com limite de torque girando-o no sentido anti-horário aproximadamente 1 volta, para que o adaptador Rxn-10 seja liberado da braçadeira. Não remova o parafuso. Em seguida, deslize a sonda para fora do adaptador.

## 3.4 Comissionamento

A sonda Rxn-10 é entregue pronta para ser conectada ao analisador Raman Rxn. Não é necessário nenhum alinhamento ou ajuste adicional da sonda. Siga as seguintes instruções para comissionar a sonda para uso.

### 3.4.1 Recebimento da sonda

Realize as etapas para recebimento descritas em *Observações sobre o recebimento* → .

### 3.4.2 Calibração e verificação da sonda

A sonda e o analisador devem ser calibrados antes do uso.

#### 3.4.2.1 Acessórios de calibração e verificação da multióptica

Consulte as *Instruções de operação do kit de verificação e calibração da multióptica (BA02173C)* para informações adicionais sobre os acessórios de verificação e calibração da multióptica.

##### 3.4.2.1.1 Acessório de calibração multióptica

Após instalar a multióptica bio ou o sistema óptico Raman para uso individual na sonda Rxn-10, use o acessório de calibração da multióptica para realizar uma calibração de intensidade para o cabeçote da sonda com a nova óptica.

Se o acessório de calibração da multióptica não estiver disponível, um acessório de calibração Raman (HCA) pode ser usado para calibração da seguinte forma:

- Multióptica bio: com manga de bio e adaptador HCA de 12 mm
- Sistema óptico Raman para uso único: com o adaptador de calibração de uso único e adaptador HCA de 12 mm

##### 3.4.2.1.2 Acessório de verificação da multióptica

O acessório de verificação multióptica deve ser utilizado para a verificação da multióptica bio ou do sistema óptico Raman para uso único.

**NOTA**

**NÃO mergulhe a multióptica bio ou a óptica para uso único diretamente em uma amostra.**

Se o acessório de verificação da multióptica não estiver disponível, a verificação da multióptica bio ou do sistema óptico Raman para uso único pode ser realizada utilizando uma bIO Sample Chamber e uma manga bio adicional (para multióptica bio) ou um adaptador de calibração para uso único (para óptica de uso único). Consulte as instruções de operação do analisador Raman Rxn aplicável para informações sobre o uso da bIO-Sample Chamber.

#### 3.4.2.2 Acessório de calibração Raman

Após instalar uma óptica de imersão, óptica sem contato ou bIO-Optic no cabeçote da sonda, use o acessório de calibração Raman (HCA) para realizar uma calibração de intensidade na sonda com a nova óptica.

Se o HCA for usado com o sistema óptico Raman para uso único, um adaptador de calibração de uso único adicional é instalado no sistema óptico. A combinação óptica/adaptador de calibração é então inserida em um adaptador HCA conectado à cabeça do HCA.

Consulte as *Instruções de operação do Acessório de Calibração Raman (BA02173C)* para informações adicionais sobre o HCA e os adaptadores.

#### 3.4.2.3 Células de calibração e verificação da bancada de micro vazão

As células de calibração e verificação da bancada de micro vazão destinam-se a calibrar e verificar a bancada de micro vazão. Nenhuma outra opção é compatível.

Consulte as *Instruções de Operação do kit de calibração da bancada de vazão Raman (BA02295C)* para mais informações sobre as células de calibração e verificação da bancada de micro vazão.

**NOTA**

**NÃO mergulhe, molhe ou contamine as células de calibração ou verificação da bancada de micro vazão diretamente com a amostra.**

#### 3.4.2.3.1 Célula de calibração da bancada de micro vazão

Depois de instalar a bancada de micro vazão, use a célula de calibração da bancada de micro vazão para realizar uma calibração de intensidade na sonda e bancada de micro vazão.

#### 3.4.2.3.2 Célula de verificação da bancada de micro vazão

A célula de verificação da bancada de micro vazão é usada para a verificação da sonda com a bancada de micro vazão.

#### 3.4.2.4 Executando calibração e verificação

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.

A sonda Raman Rxn-10 deve ser submetida a uma calibração de intensidade antes da coleta de medições ou da troca de óptica. Use o acessório de calibração Raman (HCA) com um adaptador óptico apropriado ou o kit de calibração e verificação Raman apropriado para a multi óptica bio ou célula de vazão para realizar a calibração da sonda. Todas as informações sobre acessórios e instruções de calibração podem ser encontradas nos respectivos manuais de operação desses produtos.

Óptica	Referência
Acessório de calibração Raman com adaptador apropriado	<i>Instruções de operação do acessório de calibração Raman (BA02173C)</i>
Multióptica bio Raman	<i>Instruções de operação do kit de verificação e calibração da multióptica (BA02173C)</i>
Célula de vazão Raman	<i>Instruções de operação do kit de verificação e calibração do conjunto de vazão Raman (BA02295C)</i>

O software Raman RunTime não irá permitir que espectros sejam coletados sem passar por calibrações internas do analisador e sonda.

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 é 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 espectrógrafo e comprimento de onda do laser
2. Calibração de intensidade do sistema usando o acessório 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 Rxn-10 da Endress+Hauser é uma sonda versátil projetada para o desenvolvimento de produtos e processos. As variantes da sonda foram projetadas para ser compatíveis com os analisadores Raman Rxn da Endress+Hauser que operam a 532 nm, 785 nm ou 1000 nm. A sonda Rxn-10 aceita uma variedade de ópticas intercambiáveis.

Consulte as instruções de operação do analisador Raman Rxn ou da óptica para instruções adicionais de uso.

### 3.6 Diagnóstico e localização de falhas

Consulte a tabela a seguir para solucionar problemas com a sonda Rxn-10. Quando uma sonda conectada não estiver em uso, certifique-se de que o obturador do raio laser na sonda esteja na posição DESLIGADO (O) para evitar a entrada de luz dispersa no sistema.

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.

Para ações relacionadas a acessórios ópticos (por ex., limpeza), consulte as instruções de operação aplicáveis para detalhes.

Sintoma		Possível causa	Ação
1	Redução substancial no sinal ou relação sinal-ruído	Sujeira na janela da óptica conectada	1. Remova cuidadosamente a óptica conectada à sonda do ambiente de amostragem, descontamine e inspecione a janela óptica. 2. Se necessário, limpe a janela antes de colocar a óptica em serviço novamente.
		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 emissão laser está aceso	Fibra quebrada sem quebra do fio de intertravamento	Garanta que todas as conexões de fibra estejam bem presas.
		O obturador do raio laser está na posição fechada (O)	Verifique se o obturador do raio laser está na posição aberta (I).
3	O indicador de emissão laser na sonda não está aceso	Conjunto de fibras danificado	Procure sinais de quebra na fibra. Entre em contato com seu representante de serviço para substituição.
		O conector EO do cabo de fibra ótica não está fixado/travado	Certifique-se de que o conector EO esteja conectado e travado corretamente na sonda (se aplicável) e no analisador.
		Conector 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 EO) esteja conectado para o canal específico.
4	Sinal instável e contaminação visível atrás da janela óptica	Falha na vedação da janela da óptica conectada	1. Examine a área interna da janela da óptica conectada para verificar se há umidade ou condensação. 2. Examine a óptica conectada para verificar se há penetração de fluido ou sinais de fluido de amostra no corpo da sonda (por ex., corrosão, resíduos). 3. Procure qualquer sinal de desvio espectral. 4. Se alguma das situações acima for observada, entre em contato com o representante de serviço para devolver a sonda ao fabricante.
5	Diminuição da potência do laser ou da eficiência da coleta	Conexão de fibra contaminada	Limpe cuidadosamente as extremidades da fibra da sonda. Consulte as instruções de operação aplicáveis do analisador Raman Rxn 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 óptica conectada contaminada	
		Ópticas internas da sonda contaminadas	

8	Outros desempenhos negativos da sonda não explicados	A óptica não está encaixada corretamente	Reinstale a óptica e execute uma calibração da sonda. Consulte as instruções de operação aplicáveis do analisador Raman Rxn para as etapas de calibração da sonda.
		O parafuso de aperto manual não está preso com segurança na sonda	Aperte a porca no centro do parafuso de aperto manual usando uma chave sextavada.
		Danos físicos ao cabeçote da sonda ou óptica	Entre em contato com seu representante de serviço para devolver o produto danificado.

## 3.7 Manutenção

### 3.7.1 Inspeção e limpeza das fibras ópticas

Os conectores ópticos (EO) nos cabos de fibra óptica devem estar limpos e livres de detritos e óleo para alcançar o desempenho ideal. Se for necessária uma limpeza, consulte as Instruções de Operação do analisador Raman Rxn aplicável ou dos cabos de fibra óptica.

#### 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.

## 3.8 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://www.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 de produtos rápidas, seguras e profissionais, 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 design do sistema

### 4.1 Descrição do produto

#### 4.1.1 A sonda Rxn-10

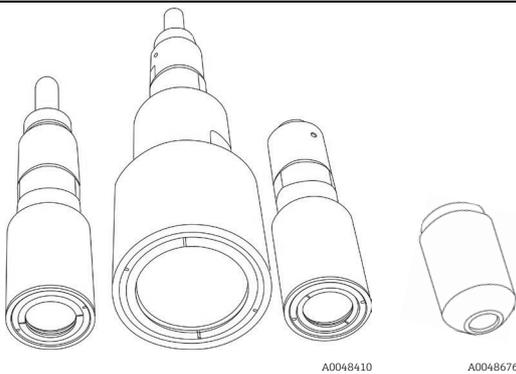
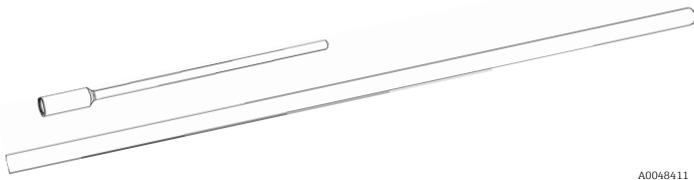
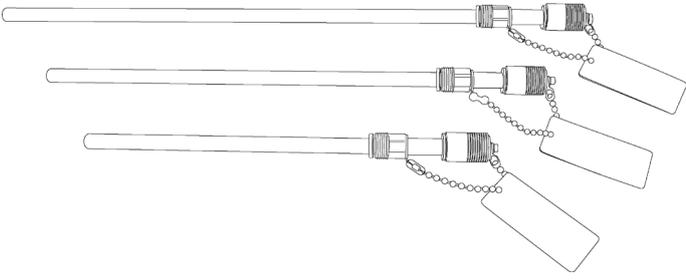
A sonda espectroscópica Rxn-10 Raman, com tecnologia Raman desenvolvida pela Kaiser, é compatível com a análise tanto de sólidos quanto líquidos no ambiente de laboratório. Ela foi projetada para ser compatível com os analisadores Raman Rxn da Endress+Hauser que operam a 532 nm, 785 nm ou 1000 nm. Cada sonda Rxn-10 foi projetada especificamente para um único comprimento de onda de excitação do laser.

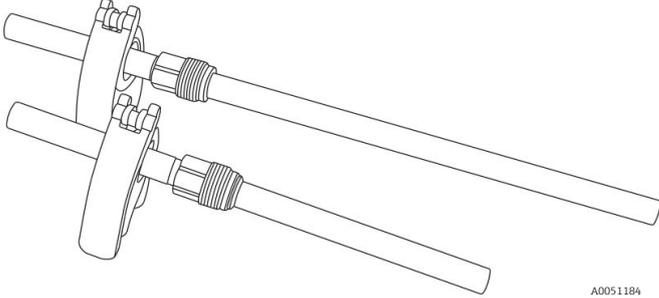
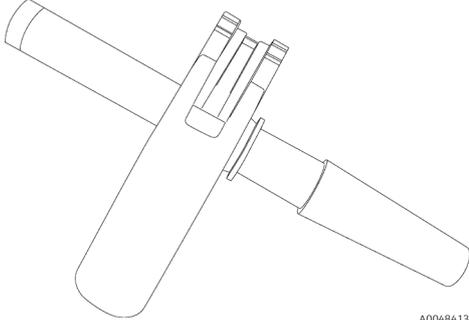
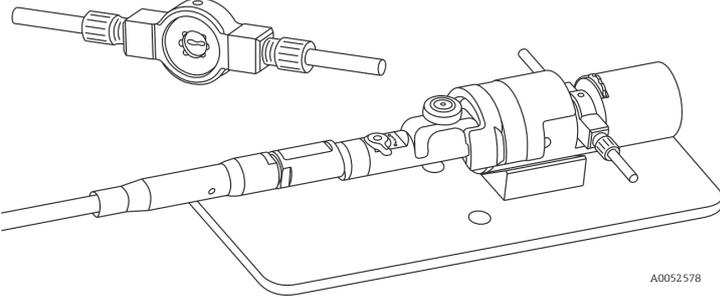
O cabo de fibra óptica não pode ser removido do corpo da sonda Rxn -10.

#### 4.1.2 Sonda Rxn-10 e acessórios ópticos

O cabeçote da sonda é compatível com os seguintes acessórios ópticos para atender às necessidades de diferentes aplicações. Consulte o seguinte para mais detalhes:

- *Instruções de operação das ópticas de acessório para a sonda Rxn-10 (BA02171C)*
- *Instruções de operação do kit de verificação e calibração do conjunto de vazão Raman (BA02295C)*

	Ópticas	Aplicações
Ópticas sem contato	 <p>A0048410      A0048676</p>	Para uso com sólidos ou meios turvos. Também é adequado para líquidos delicados ou corrosivos quando a contaminação da amostra ou danos aos componentes ópticos são uma preocupação.
Ópticas de imersão (IO)	 <p>A0048411</p>	Para uso em recipientes de reação, reatores de laboratório ou fluxos de processo.
bIO-Optic	 <p>A0048412</p>	Para uso com medições contínuas em linha em aplicações de biorreator/fermentador de bancada que exigem entrada pela placa de topo.

Ópticas		Aplicações
Multióptica bio e manga bio	 <p style="text-align: right; font-size: small;">A0051184</p>	Para uso com medições contínuas em linha em aplicações de biorreator/ fermentador de bancada que exigem entrada pela placa de topo.
Sistema óptico Raman para uso único	 <p style="text-align: right; font-size: small;">A0048413</p>	Para uso com conexões descartáveis em aplicações de uso único.
Conjunto de vazão Raman (inclui bancada de micro vazão e microcélula de vazão)	 <p style="text-align: right; font-size: small;">A0052578</p>	Para uso com líquidos de baixa vazão, onde o monitoramento de um fluxo de processo dinâmico fornece informações valiosas, e a velocidade ou o limite de detecção são particularmente importantes.

## 5 Dados técnicos

### 5.1 Especificações da sonda

Item		Descrição
Comprimento de onda do laser	com óptica sem contato ou óptica de imersão	532 nm, 785 nm ou 1000 nm
	com bIO-Optic ou sistema óptico Raman para uso único	785 nm ou 1000 nm
	com multi óptica bio e manga bio ou bancada de micro vazão e microcélula de vazão	785 nm
Potência máxima do laser no cabeçote da sonda		< 499 mW
Distância de trabalho		Consulte as <i>Informações Técnicas dos acessórios ópticos da sonda Rxn -10 (TI01635C)</i>
Interface da amostra		Consulte as <i>Informações Técnicas dos acessórios ópticos da sonda Rxn -10 (TI01635C)</i>
Polarização na amostra		Não polarizado
Temperatura ambiente		- 10 a 70 °C (14 a 158 °F)
Rampa de temperatura		≤ 30 °C/min (≤ 54 °F/min)
Umidade relativa		20 a 60 %, sem condensação
Cobertura espectral		A cobertura espectral da sonda é limitada pela cobertura do analisador utilizado
Potência do laser na amostra	532 nm (com laser padrão de 120 mW)	> 45 mW
	785 nm (com laser padrão de 400 mW)	> 150 mW
	1000 nm (com laser padrão de 400 mW)	> 150 mW
Materiais de construção	corpo da sonda	Alumínio 6061, aço inoxidável 316L e aço inoxidável 303
	cabo de fibra óptica	Design: Com revestimento de PVC, construção exclusiva Conexões: eletro-óptica exclusiva ou conversor(es) de fibra FC para EO para sistemas não embarcados
Sonda	comprimento (sem incluir o raio de curvatura do cabo de fibra óptica)	203 mm (8 pol.)
	comprimento (incluindo raio de curvatura do cabo de fibra óptica)	356 mm (14,02 pol.)
	diâmetro (sem incluir o cabo)	19 mm (0,75 pol.)
	Peso (incluindo cabo)	0,5 kg (aprox. 1 lb)

## 5.2 Especificações do cabo de fibra ótica

Cabo de fibra ótica Raman KFOC1	
Item	Descrição
Características gerais	Cabo de cobre integrado para função de intertravamento Elementos de reforço interno de aramida (Kevlar) Retardante de chamas Resistente a fungos
Classificação do cabo (somente cabo)	Temperatura de operação: -40 °C a 70 °C (-40 °F a 158 °F) Temperatura de armazenamento: -55 °C a 70 °C (-67 °F a 158 °F) Certificado: CSA-C/US AWM I/II, A/B, 80C, 30V, FTI, FT2, VW-1, FT4 Classificação: AWM I/II A/B 80C 30V FT4
Raio de curvatura	152,4 mm (6 pol.)
Terminação	Eletróptica com conectores

O cabo de fibra ótica Raman KFOC1B possui uma classificação aprimorada, a certificação CMR, garantindo uma conformidade mais fácil com as leis e regulamentações locais. Esta certificação apoia uma implementação mais eficiente em ambientes de processo. Testados independentemente e certificados por órgãos independentes, esses cabos oferecem maior proteção contra a propagação de chamas.

Com a classificação CMR, o cabo de fibra ótica Raman KFOC1B está pronto para instalação imediata em bandejas de cabos, tubos ascendentes e todos os tipos de conduítes, sem a necessidade de avaliações adicionais.

Cabo de fibra ótica Raman KFOC1B	
Item	Descrição
Características gerais	Cabo de cobre integrado para função de intertravamento Elemento de reforço de plástico reforçado com fibra (PRFV) Retardante de chamas Resistente a fungos
Classificação do cabo (somente cabo)	Temperatura de operação: -40 °C a 70 °C (-40 °F a 158 °F) Temperatura de armazenamento: -55 °C a 70 °C (-67 °F a 158 °F) Certificado: cULus AWM I/II, A/B, 80C, 30V, FTI, FT2, VW-1, FT4 Classificação: CMR-FO, AWM I/II A/B 80C 30V FT4
Raio de curvatura	152,4 mm (6 pol.)
Terminação	Conectores eletrópticos

### 5.3 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  $W\cdot cm^{-2}$ ).

Um fator de correção ( $C_A$ ) também pode ser necessário e pode ser determinado abaixo.

Comprimento de onda $\lambda$ (nm)	Fator de correção $C_A$
400 a 700	1
700 a 1050	$10^{0,002(\lambda-700)}$
1050 a 1400	5

#### 5.3.1 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-10 e da ocorrência improvável de exposição ao laser devido a uma fibra óptica rompida.

Exposição máxima permitida (MPE) para exposição ocular de fonte pontual a um raio laser			
Comprimento de onda $\lambda$ (nm)	Duração da exposição $t$ (s)	Cálculo da MPE	
		( $J\cdot cm^{-2}$ )	( $W\cdot cm^{-2}$ )
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	-	$1 \times 10^{-3}$

Exposição máxima permitida (MPE) para exposição ocular de fonte pontual a um raio laser				
Comprimento de onda $\lambda$ (nm)	Duração da exposição $t$ (s)	Cálculo da MPE		MPE em que $C_A = 1,4791$
		( $J\cdot cm^{-2}$ )	( $W\cdot cm^{-2}$ )	
785 e 993	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$1,5 C_A \times 10^{-8}$	-	$2,2 \times 10^{-8} (J\cdot cm^{-2})$
	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	$2,7 C_A t^{0,75}$	-	Insira o tempo ( $t$ ) e calcule
	$10^{-9}$ a $18 \times 10^{-6}$	$5,0 C_A \times 10^{-7}$	-	$7,40 \times 10^{-7} (J\cdot cm^{-2})$
	$18 \times 10^{-6}$ a 10	$1,8 C_A t^{0,75} \times 10^{-3}$	-	Insira o tempo ( $t$ ) e calcule
	10 a $3 \times 10^4$	-	$C_A \times 10^{-3}$	$1,4971 \times 10^{-3} (W\cdot cm^{-2})$

### 5.3.2 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-10 e da ocorrência improvável de exposição ao laser devido a uma fibra óptica rompida.

Exposição máxima permitida (MPE) para exposição da pele a um raio laser				
Comprimento de onda $\lambda$ (nm)	Duração da exposição $t$ (s)	Cálculo da MPE		MPE em que $C_A = 1,4791$
		(J·cm <sup>-2</sup> )	(W·cm <sup>-2</sup> )	
532, 785 e 993	10 <sup>-9</sup> a 10 <sup>-7</sup>	$2 C_A \times 10^{-2}$	-	$2,9582 \times 10^{-2}$ (J·cm <sup>-2</sup> )
	10 <sup>-7</sup> a 10	$1,1 C_A t^{0,25}$	-	Insira o tempo (t) e calcule
	10 a $3 \times 10^4$	-	0,2 $C_A$	$2,9582 \times 10^{-1}$ (W·cm <sup>-2</sup> )

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

---