

**METTLER TOLEDO**

## **Sensores InPro®5000 CO<sub>2</sub>**

### **Manual de Instruções**



InPro5000  
52 002 465

## Índice

	Página
<b>1</b>	<b>Introdução .....3</b>
<b>2</b>	<b>Notas importantes .....4</b>
2.1	Notas sobre instruções operacionais .....4
2.2	Uso pretendido .....4
2.3	Instruções de Segurança .....5
<b>3</b>	<b>Descrição do produto.....6</b>
3.1	Informações gerais .....6
3.2	Princípios da medição de CO <sub>2</sub> .....6
3.3	Escopo da entrega.....6
3.4	Características do equipamento .....7
<b>4</b>	<b>Preparação .....8</b>
4.1	Inicialização .....8
4.2	Calibração do eletrodo de pH.....9
4.2.1	Conectando o InPro 5000 a um cabo VP .....9
4.2.2	Conectando o cabo VP a um transmissor 5100e ..10
4.2.3	Calibração do eletrodo de pH/transmissor 5100e .10
4.3	Montando o corpo da membrana .....11
4.4	Montando o sensor.....12
4.5	Esterilização .....12
<b>5</b>	<b>Operação .....13</b>
5.1	Calibração do sensor de CO <sub>2</sub> .....13
<b>6</b>	<b>Manutenção .....14</b>
6.1	Inspeção .....14
6.1.1	Inspeção Visual.....14
6.1.2	Verificando a fiação e o transmissor com o simulador de pH .....14
6.2	Trocando o eletrólito de CO <sub>2</sub> e o corpo da membrana .....15
6.3	Manutenção do eletrodo de pH .....15
6.4	Substituição do eletrodo de pH.....15
<b>7</b>	<b>Armazenamento .....15</b>
<b>8</b>	<b>Especificação do produto .....16</b>
8.1	Certificados.....16
8.2	Especificações .....16
<b>9</b>	<b>Informações para pedidos.....17</b>
9.1	Sensores .....17
9.2	Acessórios.....17
9.3	Peças de reposição .....17
9.4	Transmissor.....17

## 1 Introdução

A estrutura do sensor InPro 5000 emprega tecnologia de ponta e cumpre os regulamentos de segurança atualmente em vigor. Não obstante, o uso impróprio pode apresentar riscos ao usuário ou terceiros, e/ou efeitos adversos na planta ou outro equipamento.



**Dessa forma, as pessoas envolvidas devem ler e compreender as instruções operacionais antes de iniciar o trabalho com o sensor.**

O manual de instrução sempre deve ser guardado em local próximo e acessível a todas as pessoas que trabalhem com o InPro 5000.

Caso tenha qualquer pergunta, a qual não esteja respondida ou esteja de forma insuficiente neste manual de instruções, contate a METTLER TOLEDO, a qual está à sua disposição.

## 2 Notas importantes

### 2.1 Notas sobre instruções operacionais

Estas instruções operacionais contêm todos os dados necessários à utilização adequada e segura do sensor InPro 5000.

As instruções operacionais destinam-se às pessoas encarregadas da manutenção e operação dos sensores. Presume-se que tais pessoas estejam familiarizadas com o equipamento no qual o sensor está instalado.

#### Notas de advertência e símbolos

Este manual de instrução identifica instruções de segurança e outras informações por meio dos seguintes símbolos:



Este símbolo chama atenção às **instruções de segurança e avisos de perigo potencial**, que, se ignoradas, podem causar lesões às pessoas e/ou danificar propriedades.



Este símbolo identifica **informações adicionais e instruções adicionais** que, se ignoradas, podem causar defeitos, operação ineficiente e possível perda de produção.

### 2.2 Uso pretendido

**Os sensores InPro 5000 destinam-se exclusivamente à medição em linha de CO<sub>2</sub> dissolvido (dióxido de carbono), conforme descrito neste manual de instruções.**

Qualquer outra utilização, ou utilização não mencionada aqui, que seja incompatível com as especificações técnicas, é considerada inapropriada. O operador é o único responsável por qualquer dano resultante de tal utilização.

Outros pré-requisitos para a utilização apropriada incluem:

- Observar as instruções, notas e requisitos estabelecidos neste manual de instruções.
- Observar todos regulamentos locais de segurança com relação à segurança no trabalho.
- Observar todas informações e avisos nas documentações que se relacionem aos produtos utilizados em conjunto com o sensor (sondas, transmissores, etc.).
- Observar todos os regulamentos de segurança relacionados ao o equipamento no qual o sensor esteja instalado.
- Observar os intervalos recomendados para inspeção e manutenção.
- Cuidar e realizar a correta manutenção da unidade,

de acordo com o manual de instruções.

- Observar as condições operacionais e ambientais recomendadas, assim como também posições permitidas de instalação.

## 2.3 Instruções de Segurança



- Os sensores InPro 5000 devem ser instalados, operados e mantidos somente por pessoas familiarizadas com os mesmos e que estejam qualificadas para tal trabalho.
- Um sensor defeituoso não deve ser instalado nem colocado em serviço.
- Poderá ser efetuado nos sensores somente o trabalho de manutenção descrito nestas instruções operacionais.
- Quando trocar componentes defeituosos, utilizar somente peças originais de reposição, as quais podem ser obtidas de seu fornecedor METTLER TOLEDO (ver seção 9).
- Não é permitida nenhuma modificação nos sensores e acessórios. O fabricante/fornecedor não assume nenhuma responsabilidade por dano causado por modificações não autorizadas. O usuário é o único responsável por tais riscos.

### 3 Descrição do produto

#### 3.1 Informações gerais

O **sensor InPro 5000** com sensor de temperatura integrado é utilizado para medição de dióxido de carbono dissolvido.

O sensor foi projetado para fornecer medições precisas e corretas de valores baixos a médios da pressão parcial de dióxido de carbono.

O sensor é **esterilizável** e **compatível com limpeza CIP** (Cleaning In Place).

O sensor é composto de um eletrodo de pH substituível, o qual se encontra integrado a um corpo de aço, fixado por um pequeno **parafuso hexagonal**.

#### 3.2 Princípios da medição de CO<sub>2</sub>

A seguir, há uma breve descrição do princípio de medição potenciométrica de CO<sub>2</sub> na qual esse sensor se baseia (Severinghaus). O sensor InPro 5000 utiliza uma membrana de silicone gás-permeável, a qual acha-se firmemente estirada ao redor de uma membrana plana especial de pH. O gás CO<sub>2</sub> da amostra ou processo espalha-se pela membrana até sua pressão parcial equilibrar-se dentro da película de eletrólito na frente da membrana e o volume do eletrólito interno.

O gás CO<sub>2</sub> dissolvido reage com a água para formar bicarbonato e íons H<sup>+</sup>:



Os íons H<sup>+</sup> formados produzem uma alteração no pH do eletrólito interno, a qual é medida com o eletrodo de pH integrado. Portanto, a pressão parcial do CO<sub>2</sub> poderá ser calculada utilizando-se o pH e a temperatura, os quais também são detectados.

#### 3.3 Escopo da entrega

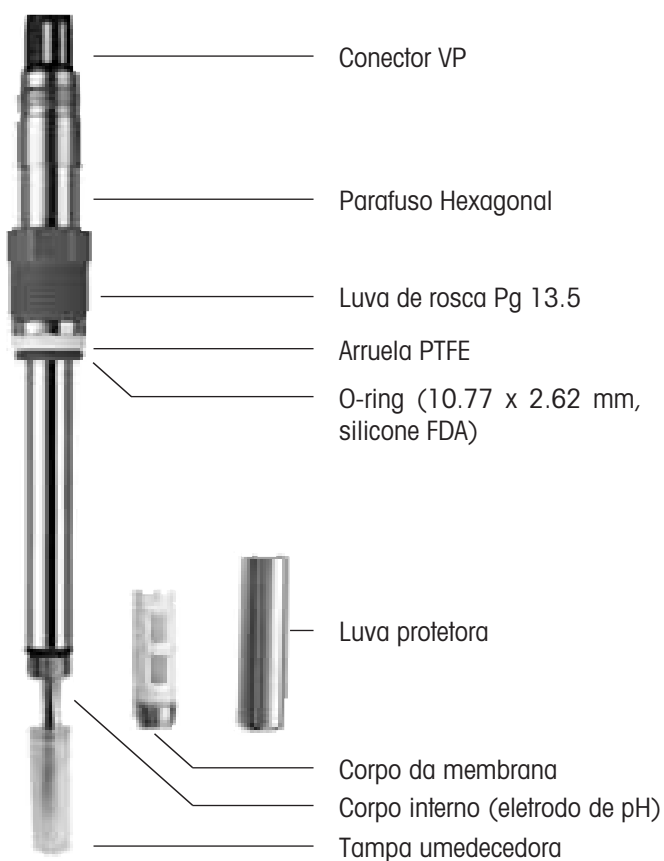
Cada sensor é fornecido juntamente com:

- 1 frasco de 25 ml de eletrólito
- 1 certificado de controle de qualidade
- 1 certificado 3.1 B de inspeção  
(em conformidade com EN 10204.3 / 3.1 B)

O corpo da membrana e a luva protetora já vêm montadas. A membrana é protegida contra ressecamento com uma tampa umedecedora com água.

Favor verificar seu nível.

### 3.4 Características do equipamento

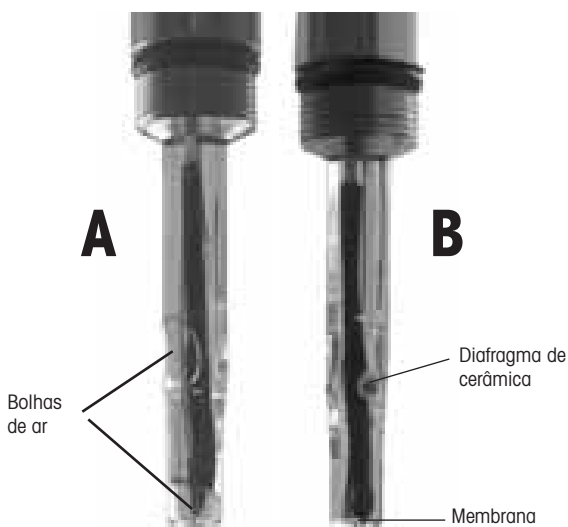


## 4 Preparação

### 4.1 Inicialização

O corpo interno (eletrodo de pH) já vem pronto para calibração.

- Quando desembalar, verifique o eletrodo de pH quanto a danos mecânicos. Relate qualquer dano imediatamente a seu fornecedor METTLER TOLEDO.
- Retire a tampa umedecedora, a luva protetora, o corpo da membrana e enxagüe o sensor com água deionizada.
- Após o enxagüe, seque o sensor somente com papel suave. Não esfregue a membrana, uma vez que tal procedimento pode produzir carga eletrostática e lentidão na resposta.
- Verifique dentro da membrana se há presença de quaisquer bolhas de ar, e retire-as agitando suavemente na posição vertical (agitando como se fosse um termômetro).



**A:** eletrodo de pH com bolhas de ar: não funcionará.

**B:** eletrodo de pH adequado após remoção das bolhas.

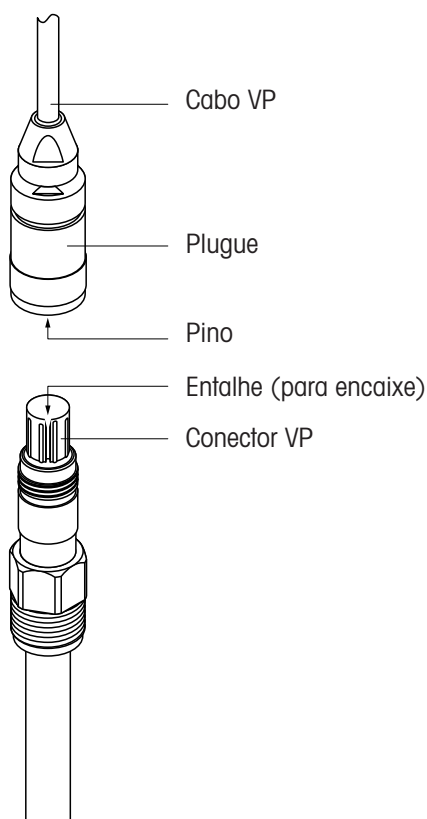
Antes de utilizar o sensor pela primeira vez, certifique-se de que o corpo interno (eletrodo de pH) está bem fixado ao corpo de aço. Não gire o conector VP no corpo. Para tanto, a parte interna terá que ser fixada apertando-se o pequeno **parafuso hexagonal** abaixo do conector.



## 4.2 Calibração

Finalidade da calibração: Cada sensor de CO<sub>2</sub> e o corpo interno (eletrodo de pH) possuem seu próprio slope e ponto zero.

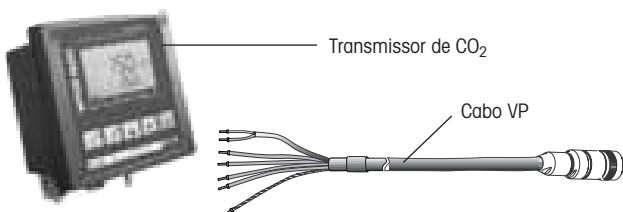
### 4.2.1 Conectando o InPro 5000 a um cabo VP



O sensor é conectado a um transmissor 5100e via um cabo VP, o que assegura uma conexão firme em condições industriais severas. O conector com proteção IP68 garante máxima segurança ao processo.

Para conectar o cabo VP ao sensor, alinhar o entalhe do conector VP à chave no plugue. A seguir, rosquear firmemente o plugue para unir as duas peças.

#### 4.2.2 Conectando o cabo VP ao transmissor



##### Conexão padrão para o transmissor de CO<sub>2</sub> 5100e

Função	Fio do cabo VP	Conexão na borneira
pH	transparente	1
Referência	vermelho	2
Temperatura 1	branco	E
Temperatura 2	verde	D
Aterramento	verde/amarelo	C

Para mais detalhes, verificar o manual de instruções do transmissor.

#### 4.2.3 Calibração do eletrodo de pH / transmissor 5100e



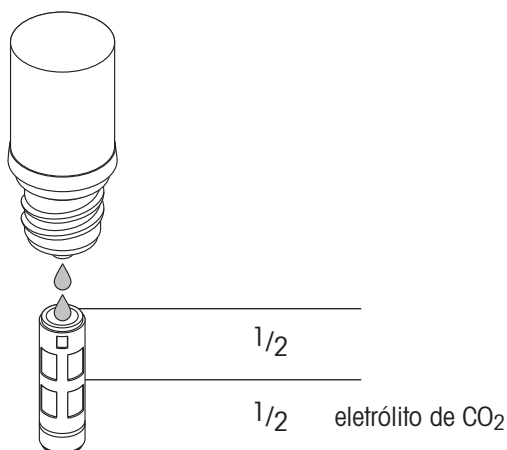
Preparar o eletrodo conforme descrito na seção 4.1 "Inicialização". Recomendamos uma calibração de 2 pontos nos buffers de pH 7.00 e pH 9.21. Antes da calibração, retire primeiramente a tampa umedecedora. Normalmente, você iniciará com o buffer de pH 7.00 para determinar o ponto zero e, a seguir, o buffer de pH 9.21 para determinação do slope. Favor consultar o manual de instruções do transmissor para obter mais detalhes.



**Configurações importantes:** Temperatura do sensor, selecionar Pt 1000.

### 4.3 Montando o corpo da membrana

- Após a calibração do eletrodo de pH, enxágüe-o com água deionizada e enxugue-o cuidadosamente com papel suave absorvente.
- Abasteça o novo corpo da membrana com eletrólito de CO<sub>2</sub> até a metade.



Certificar-se de que todas as bolhas de ar foram removidas do corpo da membrana. As mesmas podem ser retiradas batendo-se levemente no corpo da membrana.

- Deslize o corpo da membrana sobre o eletrodo de pH, mantendo o sensor na posição vertical. O excesso do eletrólito será deslocado, devendo ser enxugado com papel suave absorvente.



**Importante:** Não poderão estar presentes nenhum eletrólito, meio de amostras ou contaminação entre o corpo da membrana e a tampa protetora. Verificar cuidadosamente.

- Deslizar cuidadosamente a luva protetora sobre o corpo acoplado da membrana, mantendo o sensor em posição vertical e rosqueando-o firmemente. A luva protetora deverá estar limpa e apertada.

#### 4.4 Montando o sensor

Ler cuidadosamente o manual de instruções da sonda a ser usada (InFit761-... ou InTrac797) quanto ao procedimento correto de instalação do sensor.

O sensor InPro 5000 poderá ser montado diretamente na tampa superior de um pequeno biorreator ou em uma tubulação com rosca interna Pg 13.5, fixando-o firmemente via luva da rosca Pg 13.5.



**Observação:** A montagem de cabeça para baixo ou horizontal não é possível, devido ao eletrodo de pH interno. **É necessário um ângulo de 15° ou maior com relação à horizontal.**

#### 4.5 Esterilização

O sensor instalado deverá ser esterilizado juntamente com o biorreator. O InPro5000 é esterilizável in-situ ou em uma autoclave. Após esfriar, porém antes da inoculação, é necessário um procedimento de calibração em processo, conforme descrito no item 5, a fim de obter medições precisas.



**Observação:** Para melhor precisão, **aguardar uma hora após o resfriamento** antes do procedimento de calibração em processo, de acordo com o item 5.1.

## 5 Operação

### 5.1 Calibração do sensor de CO<sub>2</sub>

O sensor InPro 5000 poderá ser calibrado com gás CO<sub>2</sub> ou uma mistura de gás CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>. Exemplo: Caso espere-se uma pressão parcial de CO<sub>2</sub> de 150 mbar, você poderá utilizar um gás com CO<sub>2</sub> 15% / N<sub>2</sub> 85% em nitrogênio para obter melhores resultados. A calibração poderá ser efetuada em uma fase líquida ou gasosa. Para calibração em uma solução, deve-se aguardar até que o equilíbrio seja alcançado. Dependendo do valor de pH da solução, uma grande quantidade de CO<sub>2</sub> irá reagir para produzir íons de bicarbonato antes do desenvolvimento de uma pressão parcial constante de CO<sub>2</sub>.



#### Recomendações:

- **Para pequenos biorreatores “de bancada”, o sensor poderá ser calibrado lavando-se o reator vazio ou cheio de líquido com uma mistura de gás que contenha CO<sub>2</sub>.**
- **Para biorreatores maiores, o consumo de gás será muito alto; dessa forma, não é recomendado.**

**Para biorreatores maiores**, como o consumo de gás seria muito alto, **recomendamos a calibração com auxílio da sonda retrátil InTrac 797**. Favor operar a sonda retrátil de acordo com o manual de instrução InTrac 797 a fim de garantir operação estéril. Além disso, a entrada e saída da câmara inferior de lavagem deverá estar equipada com filtros estéreis para evitar qualquer contaminação com o gás da calibração.

#### Procedimentos de Calibração:

- Esterilizar o sensor de CO<sub>2</sub> InPro 5000 na posição de medição (membrana dentro do biorreator), juntamente com o biorreator.
- Esterilizar as câmaras de lavagem superior e inferior com a sonda InTrac 797.
- Após o resfriamento, retrair o sensor para a posição de manutenção (membrana na câmara inferior).
- Lavar a câmara inferior com o gás de calibração estéril. A pressão dentro da câmara de lavagem deve ser conhecida para obter-se a calibração apropriada.
- Após a calibração, fechar a entrada e saída da câmara inferior e reinserir o sensor na posição de medição. Agora o sensor está pronto para medição.

## 6 Manutenção

### 6.1 Inspeção

#### 6.1.1 Inspeção Visual

Para verificar o sensor, recomendamos o seguinte procedimento:

- Os contatos do conector VP devem estar secos. Umidade, corrosão e sujeira podem produzir leituras falsas.
- Verificar o cabo quanto a curvas, deformações ou rupturas.
- Examinar visualmente a superfície da membrana quanto a sinais de danos. Sua superfície deve estar intacta e limpa. Deve-se enxugar e limpar membranas sujas com um lenço suave e umedecido.  
**Nota:** Uma membrana ondulada não exerce nenhuma influência no desempenho do sensor, desde que a membrana esteja intacta.
- O corpo da membrana deverá ser substituído caso o sensor apresente tempo longo de resposta, a leitura esteja instável ou sujeita à oscilação excessiva, e caso o sensor não possa ser calibrado com gás CO<sub>2</sub> ou, ainda, a membrana apresentar sinais de dano mecânico.
- Verificar a membrana, quanto a rachaduras. O diafragma deverá ter cor branca. Se necessário, enxágüe com água deionizada e limpe cuidadosamente com um papel suave absorvente.



**Atenção! Não utilize quaisquer agentes de limpeza que contenham álcool. Isso poderá danificar o sensor ou produzir resultados falsos.**



**Atenção! O eletrodo de pH é feito de vidro; dessa forma, é frágil.**

#### 6.1.2 Verificando a fiação e o transmissor com o simulador de pH

Equipamento necessário:

Simulador pH 112 (código 31 112 3003) e simulador VP adaptador (código 52 120 939).

Esse equipamento possibilita testar o cabo VP e a conexão correta do cabo ao transmissor. Coloque o simulador VP na posição Pt 1000. Além disso, é possível verificar a linearidade, compensação de temperatura e qualidade do circuito de entrada (resistência e corrente de entrada) do transmissor de CO<sub>2</sub>.

## 6.2 Trocando o eletrólito de CO<sub>2</sub> e o corpo da membrana

Recomendamos a utilização de um novo corpo de membrana após cada lote (ver seção 4.3). Após cada calibração do eletrodo de pH (seção 4.2), um novo eletrólito de CO<sub>2</sub> deverá ser colocado no corpo da membrana.

## 6.3 Manutenção do corpo interno (eletrodo de pH)

Caso o eletrodo de pH apresente um tempo de resposta lento e/ou sensibilidade insuficiente, a membrana poderá ser reativada utilizando-se uma solução HF (código 209895250IG). Somente a membrana deve ser imersa nessa solução por 5 minutos, e, a seguir, deve ser totalmente enxaguada com água deionizada e armazenada em KCl 3 M até a altura do diafragma por 12 horas. Tal procedimento tornará o eletrodo mais rápido, porém irá limitar sua vida útil.

## 6.4 Substituição do corpo interno (eletrodo de pH)

Geralmente após 10 – 20 ciclos de esterilização, o eletrodo de pH deverá ser substituído. Consulte o manual de instruções de reposição do corpo interno do sensor InPro 5000.

# 7 Armazenamento



**Para armazenamento, recomendamos encher o corpo da membrana com eletrólito novo de CO<sub>2</sub> e remontar o sensor. A tampa umedecedora, cheia de água, evitará que a membrana resseque.**

## 8 Especificação do produto

### 8.1 Certificados

Cada sensor é entregue com um conjunto de certificados 3.1 B (em cumprimento a EN 10204/3.1 B).

Todas partes de metal em contato com líquidos (corpo do sensor, luva protetora e corpo da membrana) estão identificadas com um símbolo gravado correspondente ao número estampado no certificado de papel fornecido com o sensor.

Cada parte de metal em contato com líquidos (corpo do sensor, luva protetora e corpo da membrana) é polida para obter uma aspereza superficial inferior a 0.4 µm (16 µin). Isso representa um grau de aspereza N5 (de acordo com ISO 1320:1992).

### 8.2 Especificações

	<b>InPro 5000</b>
<b>Princípio de Medição</b>	Potenciométrico / Severinghaus
<b>Condições operacionais</b>	
Resistência à pressão mecânica	max. 3 bar a 25 °C [max. 42 psi a 77 °F]
Faixa de pressão de medição	0.2 – 2 bar absoluta [3 – 30 psi absoluta]
Faixa de temperatura (medição)	0...60 °C [32... 140 °F]
Esterilização	" 130°C [266 °F] in situ ou autoclave
<b>Construção</b>	
Compensação de temperatura	Automática com Pt 1000 integrado
Conexão do cabo	Vario-Pin VP IP 68, reto
Material dos O-rings	Viton®, Silicone (aprovado por FDA)
Material da membrana	Silicone-PTFE (reforçado)
Partes de metais em contato com líquidos	Aço inoxidável DIN 1.4435 similar a AISI 316 L
<b>Dimensões</b>	
Diâmetro do sensor	12 mm (0.47")
Comprimento de imersão	120, 220, 320 mm (4.7, 8.66, 12.6")
<b>Performance</b>	
Faixa de medição	10 – 1000 hPa CO <sub>2</sub>
Precisão	± 10%, 600 – 900 hPa ≥ ± 10%, > 900 hPa
Limite de detecção	10 hPa CO <sub>2</sub>
Tempo de resposta	90 % do valor final < 120 seg (a 25 °C [77 °F] do ar para CO <sub>2</sub> )



## 9 Informações para pedidos

### 9.1 Sensores

#### Descrição:

InPro 5000/12/a (a = comprimento de imersão em mm)

Descrição	Código
InPro5000/12/120	52 206 067
InPro5000/12/220	52 206 068
InPro5000/12/320	52 206 069

### 9.2 Acessórios

Descrição	Código
Cabo VP VP6-ST/3M	52 300 108
Cabo VP VP6-ST/5M	52 300 109
Cabo VP VP6-ST/10M	52 300 110
Simulador de pH 112	31 112 3003
Simulador VP	52 120 939

### 9.3 Peças de reposição

Descrição	Código
Kit de membrana InPro 5000	52 206 055
Luva protetora, tipo p	52 200 038
Corpo interno InPro 5000/12/120	52 206 057
Corpo interno InPro 5000/12/220	52 206 084
Corpo interno InPro 5000/12/320	52 206 085
Buffer de pH 7.00 250 ml	209865250IG
Buffer de pH 7.00 6 x 250 ml	209865625IG
Buffer de pH 9.21 250 ml	209866250IG
Buffer de pH 9.21 6 x 250 ml	209866625IG

### 9.4 Transmissor

Descrição	Código
Transmissor de CO <sub>2</sub> 5100e	52 121 105

**Mettler-Toledo Ind. e Com. Ltda.,**  
Alameda Araguaia, 451 - Alphaville  
06455-000 - Barueri - SP - Brasil  
Fone: (11) 4166-7400 (Pabx) / (11) 4166-7444 (Vendas)  
Fax: (11) 4166-7401  
E-mail: [mettler@mettler.com.br](mailto:mettler@mettler.com.br)  
<http://www.mtpro.com>

Sujeito a alterações técnicas.  
08/03 © Mettler-Toledo GmbH.  
Impresso no Brasil - 52 002 465