

ELETRODO ÍON-SELETIVO · FLUORETO · USO  
LABORATORIAL

# HCiS-F

Eletrodo íon-seletivo (ISE) Hydrocore para determinação potenciométrica direta do íon  $F^-$  em meios aquosos. Resposta Nernstiana linear na faixa de  $10^{-6}$  a 1 M, operação em pH 5,5 a 7,0, temperatura até 60 °C.

HCiS/F/C (combinado) · HCiS/F (meia-célula, requer eletrodo de referência separado — recomendado HCR06iS)

Íon-seletivo

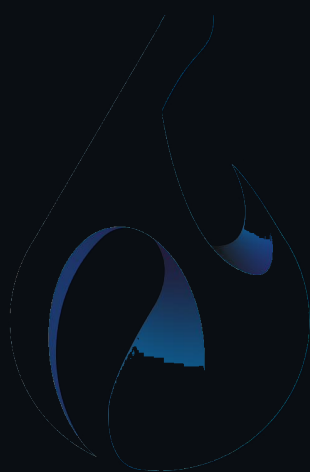
 $F^-$  $10^{-6}$  a 1 M

pH 5,5 a 7,0

0 a 60 °C

HCS0083

BNC



## SUMÁRIO · 10 CAPÍTULOS

01	Princípio de funcionamento	02	Condições de uso
03	Atividade iônica e TISAB	04	Faixa de concentração
05	Efeitos da temperatura	06	Efeitos do pH
07	Interferentes e seletividade	08	Soluções acompanhantes
09	Uso e armazenamento	10	Especificações

## 01 Princípio de funcionamento

O HCiS-F é um eletrodo íon-seletivo (ISE) com membrana sensora específica para o íon  $F^-$ . Quando imerso em solução contendo este íon, a membrana desenvolve um potencial elétrico cuja magnitude varia logaritmicamente com a atividade do íon-alvo, conforme a **equação de Nernst**:

### EQUAÇÃO DE NERNST

$$E = E_0 + (RT/zF) \cdot \ln(a_i)$$

onde  $E$  é o potencial medido,  $E_0$  é o potencial padrão do sistema,  $R$  a constante dos gases,  $T$  a temperatura absoluta,  $z$  a carga do íon,  $F$  a constante de Faraday e  $a_i$  a atividade do íon-alvo.

HCiS/F/C (combinado) · HCiS/F (meia-célula, requer eletrodo de referência separado – recomendado HCR06iS). Em ambas as configurações, a leitura é feita conectando o eletrodo a um pHmetro/ionômetro com entrada de alta impedância ( $\geq 10^{12} \Omega$ ) e função de medição em mV.

## 02 Condições de uso

O HCiS-F é projetado para uso em **meios aquosos**. Solventes orgânicos puros, meios com surfactantes em alta concentração ou amostras contendo materiais particulados em suspensão devem ser pré-tratados (filtração, diluição, ajuste de força iônica) antes da medição.

Operação recomendada em temperatura ambiente, com padrões de calibração e amostras **em equilíbrio térmico** entre si. Consulte capítulo 05 para detalhes sobre efeitos da temperatura.

## 03 Atividade iônica e ajustador de força iônica (TISAB)

Os eletrodos íon-seletivos respondem à **atividade iônica** e não à concentração analítica. Em soluções diluídas e idealizadas, atividade e concentração coincidem; em soluções reais a relação é dada por  $a = f \cdot C$ , onde  $f$  é o coeficiente de atividade do íon, que depende da força iônica total da solução e da natureza dos demais íons presentes.

Exemplo prático: ao dissolver 5,844 g de NaCl em 1 L de água, a concentração analítica do íon sódio é 0,1 M, mas sua atividade efetiva é apenas **0,0775 M**. Para íons bivalentes a diferença é ainda maior – 11,098 g de  $CaCl_2$  em 1 L resultam em concentração analítica de 0,1 M mas atividade efetiva de apenas **0,0405 M**.

### POR QUE USAR TISAB

O **TISAB** (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) é um eletrólito quimicamente inerte ao íon-alvo, adicionado em excesso tanto aos padrões de calibração quanto à amostra desconhecida. Sua função é **fixar a força iônica total** em todas as soluções, tornando o coeficiente de atividade **constante** e permitindo que o eletrodo responda apenas à concentração do íon-alvo.

Para o HCiS-F, recomendamos o uso da **Solução TISAB III Fluoretos (HCS0083)** tanto nos padrões de calibração quanto nas amostras, na proporção indicada no rótulo do produto.

## 04 Faixa de concentração

O HClS-F apresenta **resposta linear** na faixa de  $10^{-6}$  M a 1 M do íon  $F^{-}$ . Detecções abaixo de  $10^{-6}$  M são possíveis com cuidados especiais (limpeza rigorosa, TISAB de alta pureza, temperatura controlada), mas próximo do limite de detecção a resposta deixa de ser linear e a precisão se degrada.

### CALIBRAÇÃO PRÓXIMA AO LIMITE DE DETECÇÃO

Para medições próximas a  $10^{-6}$  M, recomenda-se calibração com **pelo menos 3 pontos** espalhados pela faixa de interesse (não apenas 2 décadas extremas), e validação com padrão certificado independente.

## 05 Efeitos da temperatura

A temperatura afeta a leitura de duas formas:

- Altera o termo constante  $E_0$  da equação de Nernst;
- Modifica o **slope** (inclinação da reta de calibração) – em ISE monovalentes o slope teórico varia  $\approx 0,2$  mV/°C em torno de 25 °C.

Para minimizar erros, padrões de calibração e amostras devem estar em **equilíbrio térmico entre si**. Diferenças de poucos graus entre padrão e amostra podem causar erro analítico de vários por cento. Sempre que possível, trabalhe com soluções estabilizadas à temperatura ambiente do laboratório.

### LIMITE SUPERIOR DE TEMPERATURA

**Não ultrapasse 60 °C.** Acima desse limite, o cristal sensor (ou membrana polimérica) sofre danos irreversíveis. A membrana e o corpo externo do eletrodo têm coeficientes de dilatação diferentes – evite também **choques térmicos** ao usar em temperaturas diferentes da ambiente.

## 06 Efeitos do pH

Em potenciometria direta, o HClS-F opera na faixa de pH **5,5 a 7,0**.

Abaixo de pH 5, o íon hidrogênio forma complexos HF não detectáveis pelo eletrodo. Acima de pH 8, para soluções diluídas, o íon  $OH^{-}$  interfere.

### VERIFICAÇÃO PRÉVIA DO PH

Antes de iniciar uma análise quantitativa, meça o pH da amostra com um pHmetro e ajuste se necessário com tampão adequado ao íon-alvo. Amostras fora da faixa operacional do ISE devem ser pré-tratadas ou diluídas.

## 07 Interferentes e seletividade

O HClS-F apresenta interferência de:  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$  e  $Ti^{4+}$  – todos complexantes do íon fluoreto.

O eletrodo detecta apenas os **íons livres** em solução. A presença de espécies complexantes ou competidoras reduz a atividade do íon-alvo abaixo da concentração analítica esperada, causando leitura subestimada.

**MITIGAÇÃO POR TISAB**

Para reverter o efeito de interferentes complexantes, faça uso da **Solução TISAB III Fluoretos (HCS0083)**, que contém agentes mascarantes e fixa a força iônica em níveis adequados ao desmascaramento do íon-alvo.

## 08 Soluções acompanhantes

A Hydrocore produz e comercializa todas as soluções necessárias para o preparo e adequação de amostras e análise por ISE:

Ajustador de força iônica	Solução <b>TISAB III Fluoretos (HCS0083)</b> – usada tanto nos padrões de calibração quanto na amostra, na proporção indicada no rótulo do produto
Eletrólito de recarga (versões combinadas)	<b>HCS0011</b> – Solução de Recarga Eletrolítica KCl 3M saturada com AgCl (para eletrodos combinados)
Padrões de calibração	Soluções padrão de concentração conhecida do íon-alvo, preparadas sob encomenda pela Hydrocore
Solução de armazenamento	<b>HCS0083</b> (TISAB III Fluoretos) ou padrão diluído do íon-alvo, conforme capítulo 09

Para maiores informações ou pedidos de soluções customizadas, contate a Engenharia de Aplicações.

## 09 Uso e armazenamento

### Uso intermitente (rotina diária ou semanal)

Mantenha o eletrodo armazenado com a junção e a membrana imersas em **Solução TISAB III Fluoretos (HCS0083)**, ou em solução padrão diluída do íon-alvo ( $10^{-3}$  M, p. ex.).

### Armazenamento de longo prazo (semanas a meses)

Guarde o eletrodo seco, em local fresco, com a proteção plástica original que acompanha a embalagem. Antes do próximo uso, hidrate a membrana mergulhando-a em HCS0083 por no mínimo **30 minutos** antes de calibrar.

**ATENÇÃO · NÃO FRICCIÓN A MEMBRANA**

Nunca esfregue a membrana sensora com papel ou pano – a fricção gera cargas estáticas que perturbam a leitura por minutos. Para secar, toque levemente com papel macio absorvente.

## 10 Especificações técnicas

Íon-alvo	F <sup>-</sup>
Modelos	HClS/F/C (combinado) · HClS/F (meia-célula, requer eletrodo de referência separado – recomendado HCR06iS)
Faixa de concentração linear	$10^{-6}$ M a 1 M
Faixa de pH operacional	5,5 a 7,0

Faixa de temperatura	0 a 60 °C
Resposta por década (25 °C)	55 a 60 mV
Eletrólito de recarga (combinado)	KCl 3M sat. AgCl – HCS0011
TISAB recomendado	TISAB III Fluoretos – HCS0083
Interferentes principais	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Al <sup>3+</sup> e Ti <sup>4+</sup>
Conector	BNC banhado a ouro
Impedância requerida do instrumento	≥ 10 <sup>12</sup> Ω
Vida útil estimada	12 a 24 meses dependendo do uso

#### GARANTIA

### 12 meses contra defeitos de fabricação

A Hydrocore Analítica Ltda. concede garantia de **12 meses** contra defeitos de fabricação, a contar da data de emissão da nota fiscal de venda. A garantia cobre falhas atribuíveis ao processo de fabricação do eletrodo, incluindo defeitos da membrana sensora, do sistema referencial interno (em versões combinadas), do cabo e do conector.

A garantia **não cobre**: quebra mecânica do cristal ou da membrana, ressecamento por armazenamento incorreto, exposição a temperaturas acima de 60 °C, uso em meios incompatíveis com o íon-alvo, ou desgaste natural após esgotamento da vida útil.

## Hydrocore Analítica Ltda.

Rua Alice Alem Saadi, 111 · Sala 03 · Ribeirânia  
CEP 14096-570 · Ribeirão Preto / SP · CNPJ 37.683.010/0001-89  
Tel (16) 4042-0284 · WhatsApp (16) 98125-0003  
hydrocore@hydrocore.com.br · www.hydrocore.com.br

## Suporte técnico

Departamento de Engenharia  
de Aplicações