

Guia **técnico** de sondas de temperatura



FFONSECA[®]
SOLUÇÕES DE VANGUARDA

03**F.FONSECA | Guia técnico de sondas**

Com mais de 30 anos de experiência no fornecimento, reparação e promoção de soluções de termometria, a F.Fonseca adequa o seu portfólio aos mais distintos e exigentes requisitos do mercado das sondas de temperatura.

04**ONLINE | Configurador de sondas****06****Fatores que influenciam a seleção de uma sonda de temperatura****08****Constituição de uma sonda de temperatura****10****TIPOS DE SENSORES DE TEMPERATURA****10 / SENSORES RESISTIVOS**

- 11 / Método de medição a 2, 3 e 4 fios
- 11 / Principais características das RTDs
- 11 / Pt100 | Classe de tolerância

12 / SENSORES TERMELÉTRICOS

- 12 / Tipos de termopares | Constituição e tensão média gerada
- 12 / Tipos de termopares | Tensão Seebeck
- 13 / Tipos de termopares | Tolerância a atmosferas de trabalho
- 13 / Tipos de termopares | Combinação de condutores, características e normas internacionais
- 14 / Termopares | Códigos de cores
- 16 / Tipo de Sensores | Principais características
- 16 / Tipo de Sensores | Gama de temperatura

16 / SENSORES DE INFRA-VERMELHOS**17****BAINHA DE PROTEÇÃO**

- 17 / Bainhas de proteção / Gama de temperatura

18**LIGAÇÃO ELÉTRICA****18 / LIGAÇÃO ELÉTRICA COM CABO**

- 18 / Fichas | Dimensões e código de cores
- 19 / Cabos | Características
- 19 / Cabos | Gammas de temperatura

20 / LIGAÇÃO ELÉTRICA COM CABEÇA

- 20 / Modelos de cabeças

21**ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO****21 / SONDAS SEM FIXAÇÃO****21 / FIXAÇÃO COM ROSCA****22 / FIXAÇÃO COM BICONE****22 / MOLA E FIXAÇÃO****22 / OUTROS TIPOS DE FIXAÇÃO****23****TRANSMISSOR**

- 23 / Vantagens do sinal 4...20mA
- 23 / Transmissor | Exemplo de conversão
- 23 / Transmissor | Exemplo de ligações

24**ANEXOS | Tabelas de configuração**

- 24 / Termorresistências | Configuração
- 25 / Termopares | Configuração
- 26 / Cana pirométrica | Configuração



GUIA TÉCNICO

Sondas de temperatura

A F.Fonseca comercializa desde 1978 diversos tipos de componentes e equipamentos elétricos e eletrônicos dos melhores fabricantes mundiais, prestando simultaneamente um serviço suportado em altos padrões de qualidade e fiabilidade direcionados ao mercado industrial, ambiental e terciário.

Ao longo do tempo foi evoluindo, tornando-se atualmente líder de mercado em alguns dos produtos que promove, comercializa e suporta.

Com mais de 30 anos de experiência no fornecimento, reparação e promoção de soluções de termometria, a F.Fonseca adequa o seu portfólio aos mais distintos e exigentes requisitos do mercado das sondas de temperatura.

A F.Fonseca disponibiliza em www.fffonseca.com/sondas_temperatura, um configurador de sondas de temperatura, onde poderá configurar passo a passo, o modelo de sonda que melhor se adapta às suas reais necessidades!

Através deste guia técnico, terá acesso facilitado às informações mais relevantes da constituição das diferentes sondas de temperatura: **Termorresistências**, **Termopares** e **Canas Pirométricas**.

NÃO COMPROMETA O DESEMPENHO DA SUA EMPRESA, CONSULTE-NOS!



1

Inicie o configurador de sondas...

WWW.FFONSECA.COM >

No SITE da F.Fonseca escolha o ícone (botão) que lhe permite iniciar a aplicação de configuração.

2

Escolha a gama da sonda que pretende configurar...

NA PÁGINA DA APLICAÇÃO > pode escolher entre termorresistências, termopares ou canas pirométricas. Agora passo-a-passo preencha todos os itens que vão sendo solicitados.

3

Configure a sua sonda...

SIGA AS INSTRUÇÕES DA APLICAÇÃO > Defina quais as características que pretende. Em caso de dúvida disponibilizamos menus de ajuda e à medida que configura visualizará a imagem da mesma assim como a sua gama de utilização.

MICROSITE CONFIGURADOR DE SONDAS



4

Parabéns a sua sonda foi configurada!

AVANÇAR > No final da configuração o site permite-lhe realizar o download do PDF / ficha técnica com as características da sonda que configurou.

Solicitar orçamento

Através do formulário poderá solicitar informações adicionais. Sempre que desejar realizar a configuração de uma nova sonda deve voltar ao início.

4

MYFonseca (login) encomende a sua sonda

Os utilizadores com perfil **MYFonseca** ativo podem proceder à sua encomenda no imediato e têm acesso aos preços e respectivo prazo de entrega.

INFO: A subscrição deste serviço é reservada ao direito de admissão por parte da F.Fonseca para parceiros relacionais frequentes e relevantes.

Fatores que influenciam a seleção da sonda de temperatura

A temperatura é provavelmente a grandeza física mais medida e controlada pois existem inúmeros e variados processos em praticamente todas as áreas de ação que requerem medição e controlo de temperatura.

A escolha da sonda ideal para cada aplicação é uma decisão de extrema importância e deve ser levada a cabo com base em fatores chave. Assim face à nossa experiência acumulada compilamos num documento único os que consideramos mais relevante para o trazerem até si.



Gama de temperatura do processo

- Todas as sondas de temperatura têm uma **gama de utilização** que define qual a gama de temperatura à qual pode ser sujeita sem danificar os seus componentes. A utilização de sondas em temperaturas fora da sua gama de utilização poderá resultar em perda do tempo de vida da sonda e em dano irreparável. É aconselhável aquando da escolha da sonda, considerar uma margem de utilização entre 20% a 80% da gama de temperatura pretendida.



Temperatura de picos

- As sondas de temperatura baseadas em sensores do tipo **termopar** podem ser utilizadas em temperaturas superiores à gama de utilização, por curtos intervalos de tempo. Acima da temperatura de pico é atingido o ponto de rutura da junção e o termopar perde irremediavelmente as suas características.



Número de sensores

- Normalmente é utilizado apenas um sensor de temperatura. No entanto, podem ser utilizados mais do que um sensor. Um exemplo prático é quando se pretende fazer o controlo e o registo da temperatura, são utilizadas sondas com dois sensores de temperatura, um para ligação ao equipamento de registo e outro para ligação ao equipamento de controlo.



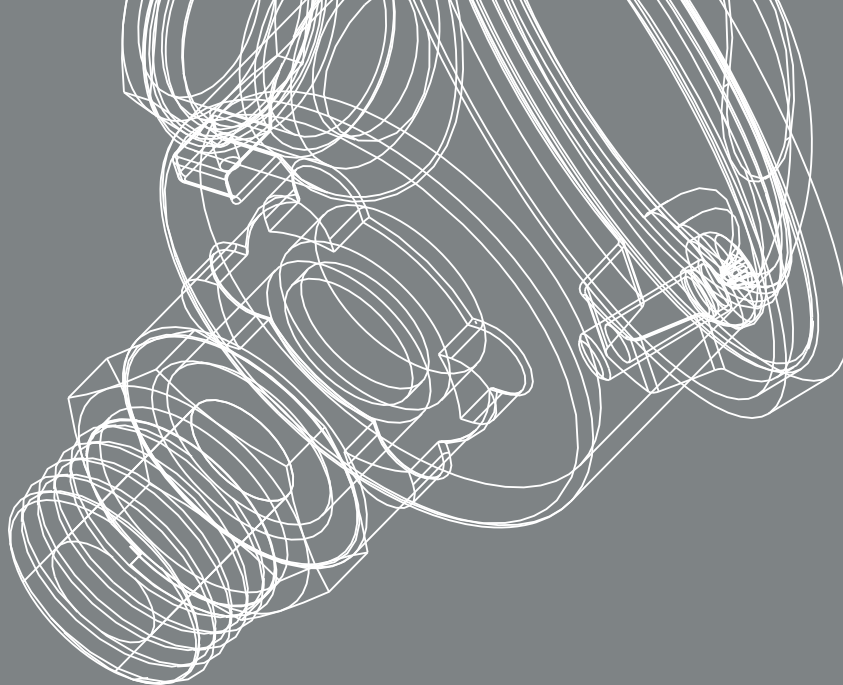
Precisão e exatidão

- A **precisão** (precision) é o grau de variação de resultados de uma medição e tem como base o desvio padrão de uma série de repetições da mesma medição. A **exatidão** (accuracy) refere-se à conformidade com o valor real, ou seja, qual o desvio da medição relativamente ao valor real. O fator que mais interfere na precisão e na exatidão de uma sonda de temperatura é a escolha do sensor a utilizar, sendo que cada sensor tem uma classe de tolerância associada que indica a exatidão do mesmo.



Tempo de resposta

- É o tempo que a saída elétrica demora a refletir uma variação de temperatura do processo e pode ser influenciado por vários fatores, principalmente o tipo de sensor e de bainha de proteção utilizados. Para processos com variações rápidas de temperatura é aconselhável a utilização de sondas com um tempo de resposta baixo. Sondas com tempo de resposta alto podem atenuar ou simplesmente não detetar flutuações na temperatura do processo.



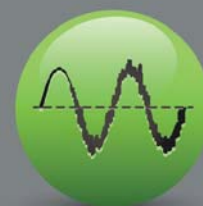
Dimensões da sonda

- Um dos fatores que influencia a medição da temperatura é a profundidade de imersão da sonda no meio cuja temperatura se deseja medir. Uma recomendação prática é que a profundidade de imersão seja no mínimo igual a dez vezes o valor do diâmetro externo da bainha de proteção, o que permite que a temperatura do sensor se aproxime da temperatura do meio.



Imunidade ao ruído elétrico

- Caso a sonda de temperatura seja instalada junto a fontes de campos eletromagnéticos é muito provável que ocorram induções que causem erros na leitura. Nestes casos devem utilizar-se cabos blindados (trança metálica) e fazer a ligação à terra. A bainha de proteção (caso seja metálica) também deve ser ligada à terra. Além disso deve evitar-se que os cabos sejam instalados paralelamente a cabos de potência.



Atmosfera de trabalho

- Um fator muito importante a ter em conta é compatibilidade da sonda com o **ambiente de medição**. Os materiais utilizados na construção da sonda devem ser compatíveis com a atmosfera onde serão utilizados. Os sensores de temperatura devem ser protegidos de meios corrosivos.



Imunidade a vibração e choques

- Para sondas sujeitas a vibrações ou choques constantes devem ser considerados **aspetos construtivos especiais**, de forma a garantir a proteção do sensor e restantes componentes.

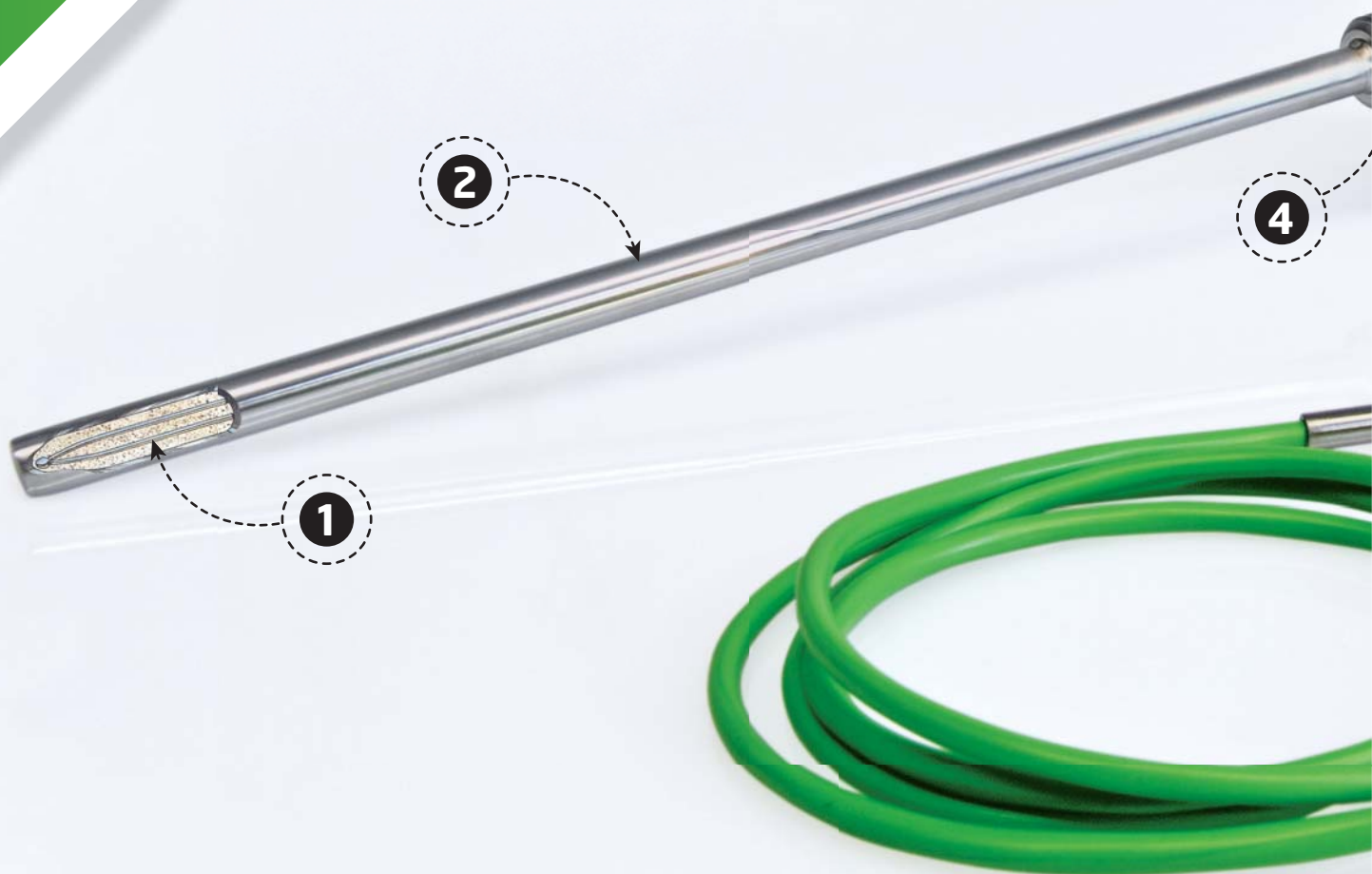


Outros fatores de escolha

- **SENSIBILIDADE** - mínima variação de temperatura passível de ser detetada;
- **LINEARIDADE** - relação linear entre a temperatura e sinal de saída;
- **MÉTODO DE CONTATO / FIXAÇÃO** - como é colocada a sonda no processo;
- **LOCAL DA INSTALAÇÃO** - proteção contra penetração de corpos estranhos e líquidos (IP);
- **ESTABILIDADE** - Manter a saída constante quando a temperatura é constante.



CONSTITUIÇÃO DE UMA SONDA DE TEMPERATURA



1

**Sensor
de temperatura**

À exceção do sensor de temperatura, todos os outros componentes podem ou não estar presentes na constituição da sonda.

2

**Bainha
de proteção**

3

No mercado existe uma vasta gama de modelos de sondas de temperatura, o que implica diferentes composições e componentes. Na grande maioria as sondas são constituída pelos seguintes elementos:



Ligação
elétrica

4

Acessórios
de fixação

5

Transmissor

1 // TIPOS DE SENSORES DE TEMPERATURA

Os sensores de temperatura são transdutores que convertem a grandeza física temperatura num sinal elétrico e podem ser classificados em três tipos principais:

SENSORES RESISTIVOS



Resistências variáveis com a temperatura;



- **TERMORRESISTÊNCIAS (RTD)**
- **TERMISTORES**

SENSORES TERMOELÉTRICOS



Produzem um sinal de força eletromotriz (fem) devido ao efeito de Seebeck;



- **TERMOPARES**

SENSORES DE INFRAVERMELHOS



Captam a radiação eletromagnética no comprimento de onda do infravermelho (frequência característica de emissão de calor).

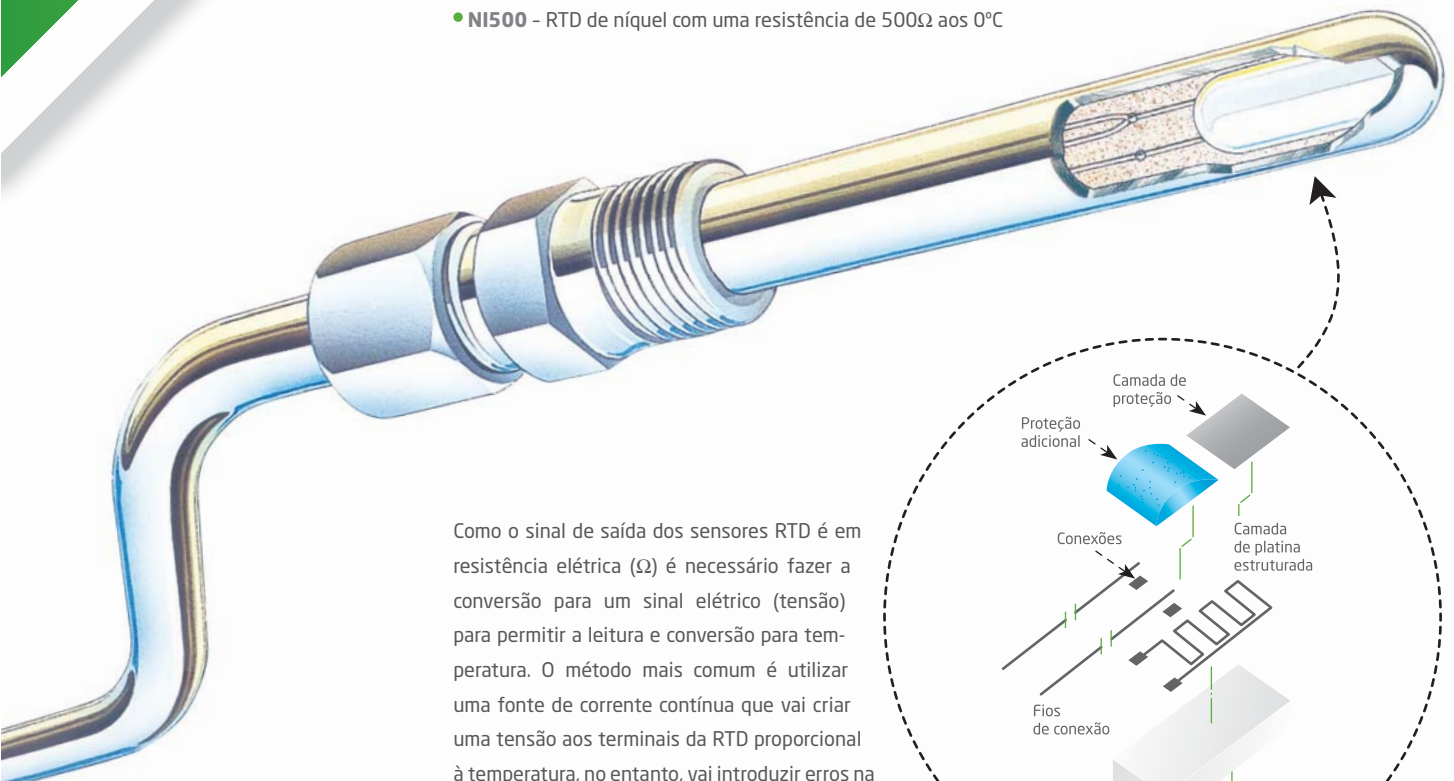


- **PIRÔMETROS**
- **CÂMARAS TERMOGRÁFICAS**

1.1 // SENSORES RESISTIVOS

As **termorresistências**, também conhecidas por **RTD** (Resistive Temperature Detectors) são sensores de temperatura constituídos por metais de resistência elétrica com elevado coeficiente de temperatura. Podem ser utilizados vários metais na constituição destes sensores, sendo que normalmente o mais utilizado é a platina (mais estável e linear). Por norma as RTD são identificadas pelo material de que são constituídas e pela resistência que apresentam aos 0°C.

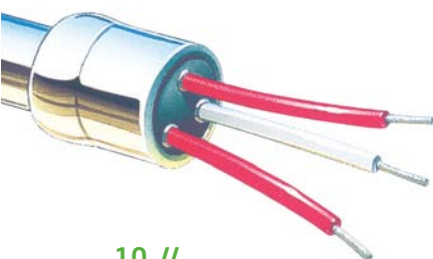
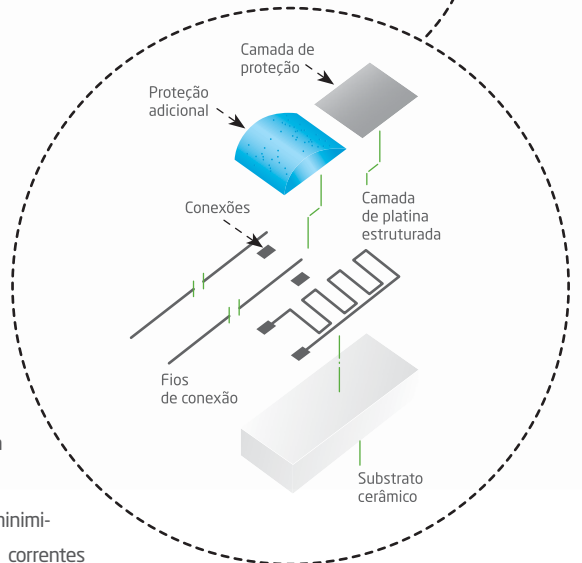
- **Pt100** - RTD de platina com uma resistência de 100Ω aos 0°C;
- **Pt1000** - RTD de platina com uma resistência de 1000Ω aos 0°C
- **Ni500** - RTD de níquel com uma resistência de 500Ω aos 0°C



Como o sinal de saída dos sensores RTD é em resistência elétrica (Ω) é necessário fazer a conversão para um sinal elétrico (tensão) para permitir a leitura e conversão para temperatura. O método mais comum é utilizar uma fonte de corrente contínua que vai criar uma tensão aos terminais da RTD proporcional à temperatura, no entanto, vai introduzir erros na medição:

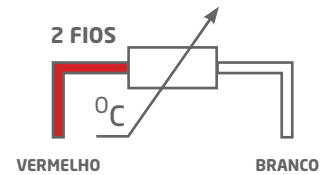
ERROS POR AUTO-AQUECIMENTO - que são minimizados pelos equipamentos de leitura (utilizam correntes bastante reduzidas para minimizar calor gerado pelo efeito de Joule).

ERROS DEVIDO À RESISTÊNCIA DOS FIOS - Os fios utilizados para a ligação entre a RTD e o equipamento de medição têm uma resistência que vai ser somada à resistência da RTD e criar um erro na medição. Utilizam-se fios de compensação para minimizar estes erros.



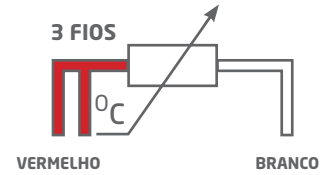
1.1.1 // Método de medição a 2 fios (sem compensação)

A resistência dos cabos de ligação vai gerar um erro de leitura, no entanto, este erro é normalmente desprezável para cabos com comprimento inferior a dois metros (com secção de 0,22mm² - *standard*). Existem equipamentos onde é possível definir a resistência dos fios e a compensação é feita automaticamente.



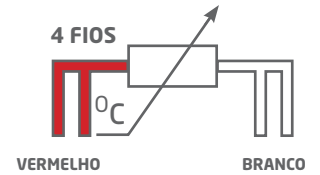
1.1.2 // Método de medição a 3 fios (compensação simples)

É adicionado um fio que permite determinar com alguma exatidão a resistência dos fios de ligação e o equipamento de medição faz a compensação da resistência minimizando os erros. Este é o método mais comum na indústria.



1.1.3 // Método de medição a 4 fios (compensação dupla)

São adicionados 2 fios que permitem fazer a medição aos terminais da RTD (2 fios para injeção de sinal e 2 para leitura). Esta é a montagem com maior exatidão para as termorresistências, no entanto, não é muito utilizada industrialmente, somente nos casos onde se pretendem leituras muito exatas. A sua aplicação mais comum é em laboratórios de calibração devido aos padrões exigidos.



Características das RTD:

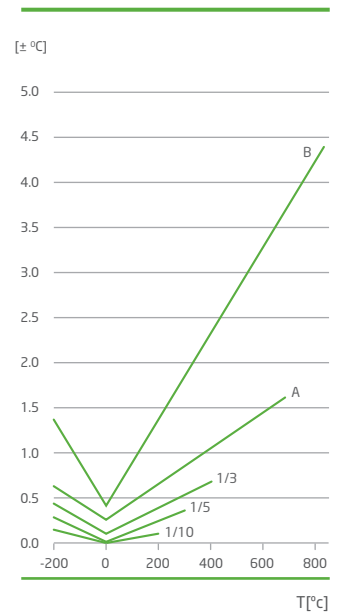
- **CLASSE DE TOLERÂNCIA:** São divididas em duas classes de exatidão Classe A e Classe B.

Para exatidões superiores existem bolbos de classe 1/3DIN, 1/5DIN e 1/10DIN com tolerâncias 3, 5 e 10 vezes menores que a classe B respetivamente. Estes bolbos têm uma gama de utilização mais limitada e não são frequentemente utilizados.

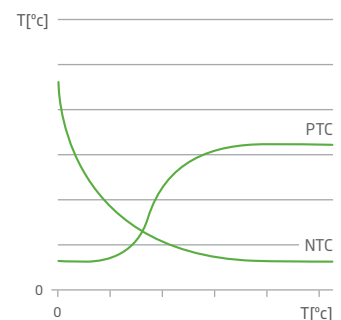
Pt100 | Classes de tolerância

	CLASSE B		CLASSE A		1/3 DIN		1/5 DIN		1/10 DIN	
TEMP °C	± °C	± Ω	± °C	± Ω	± °C	± Ω	± °C	± Ω	± °C	± Ω
-200	1.3	0.56	0.55	0.24	0.44	0.19	0.26	0.11	0.13	0.06
-100	0.8	0.32	0.35	0.14	0.27	0.11	0.16	0.06	0.08	0.03
000	0.3	0.12	0.15	0.06	0.10	0.04	0.06	0.02	0.03	0.01
100	0.8	0.30	0.35	0.13	0.27	0.10	0.16	0.05	0.08	0.03
200	1.3	0.48	0.55	0.20	0.44	0.16	0.26	0.10	0.13	0.05
300	1.8	0.64	0.75	0.27	0.60	0.21	0.36	0.13	-	-
400	2.3	0.79	0.95	0.33	0.77	0.26	-	-	-	-
500	2.8	0.93	1.15	0.38	-	-	-	-	-	-
600	3.3	1.06	1.35	0.43	-	-	-	-	-	-
650	3.6	1.13	1.45	0.46	-	-	-	-	-	-
700	3.8	1.17	-	-	-	-	-	-	-	-
800	4.3	1.26	-	-	-	-	-	-	-	-
850	4.6	1.34	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTA: Nestas classes de tolerância não estão incluídos erros que possam resultar da ligação ao equipamento de medição, como erros causados pelos fios, conexões ou bainhas de proteção.



Os **termístores** são produzidos com óxidos semicondutores e podem ter um coeficiente de temperatura positivo (PTC) ou negativo (NTC). Estes sensores têm uma sensibilidade mais elevada do que as RTDs o que permite que detetem variações ínfimas de temperatura, no entanto, não são tão estáveis e têm uma saída não linear. São utilizados na indústria de refrigeração e não só.



1.2 // Sensores termoeletricos

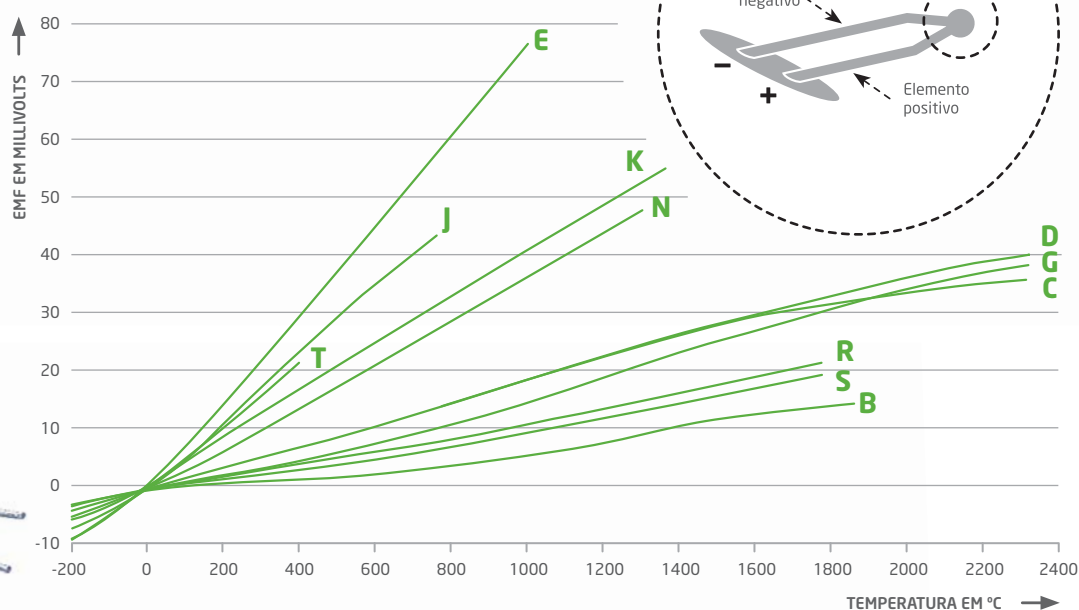
O princpio de funcionamento dos sensores termoeletricos (termopares) baseia-se no efeito de Seebeck. A junção de dois materiais metálicos diferentes cria uma tensão proporcional à diferença de temperatura entre os terminais e a junção. A esta tensão dá-se o nome de **tensão de Seebeck**.

Todos os pares metálicos dissimilares apresentam este efeito, porém somente alguns deles produzem uma tensão de Seebeck considerável. A tabela abaixo apresenta os principais pares metálicos utilizados em termopares assim como a tensão média gerada (esta tensão não é linear).

TIPOS DE TERMOPARES | Constituição e tensão média gerada

TIPO	ELEMENTO POSITIVO	ELEMENTO NEGATIVO	TENSÃO MÉDIA GERADA ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)
K	Ni90%Cr10% (Cromoniquel)	Ni95%Mn2%Si1%Al2% (Níquel)	41
T	Cu100% (Cobre)	Cu55%Ni45% (Constantan)	55
J	Fe99,5% (Ferro)	Cu55%Ni45% (Constantan)	55
N	Ni84,4%Cr14,2%Si1,4% (Nicrosil)	Ni95,45%Si4,4%Mg0,15% (Nisil)	36
E	Ni90%Cr10% (Cromel)	Cu55%Ni45% (Constantan)	75
R	Pt87%Rh13% (Ródio-Platina)	Pt100% (Platina)	10
S	Pt90%Rh10% (Ródio-Platina)	Pt100% (Platina)	10
B	Pt70,4%Rh29,6% (Ródio-Platina)	Pt63,9%Rh6,1% (Platina)	6
G	W100% (Tungsténio)	W74%Re26%(Tungsténio/Rénio)	14
C	W95%Re5% (Tungsténio)	W74%Re26%(Tungsténio/Rénio)	17
D	W97%Re3% (Tungsténio)	W75%Re25%(Tungsténio/Rénio)	18

TIPOS DE TERMOPARES | Tensão Seebeck



TIPOS DE TERMOPARES | Tolerância a atmosferas de trabalho

TIPO	RICO EM OXIGÉNIO	POBRE EM OXIGÉNIO	REDUTORA	VÁCUO	HÚMIDA	ABAIXO 0°C	SULFUROSA
K	Boa	Pobre	Pobre	Pobre	Boa	Razoável	Pobre
T	Razoável	Razoável	Boa	Boa	Boa	Boa	Razoável
J	Razoável	Boa	Boa	Boa	Pobre	Pobre	Razoável
N	Boa	Razoável	Pobre	Pobre	Boa	Boa	Razoável
E	Boa	Pobre	Pobre	Pobre	Boa	Boa	Pobre
R/S	Boa	Boa	Pobre	Pobre	Boa	Razoável	Pobre
B	Boa	Boa	Pobre	Razoável	Boa	Pobre	Pobre

TIPOS DE TERMOPARES | Combinações de condutores, características e normas Internacionais

CÓDIGO	Combinações de condutores		Normas internacionais para as saídas dos condutores termopares	Gama de temperatura de trabalho aproximado da medição da junção		Tolerâncias de saída de termopar IEC584.2, 1982 (BS EN 60584.2:1993)			Notas
	(+)	(-)	Estas normas são baseadas nas IEC584.1:1995 & its-90	EM CONTÍNUO	PAZOS CURTOS (PICOS)	TOLERÂNCIA CLASSE 1	TOLERÂNCIA CLASSE 2	TOLERÂNCIA CLASSE 3	
K	Níquel Crómio	Níquel Alumínio (Magnético)	BS EN 60584.1 Pt4: 1996 ANSI/MC96.1 DIN EN 60584.1:1996 NF EN 60 584.1:1996 JISC 1602	0 a +1100	-180 a +1350	-40°C a +375°C ± 1.5°C 375°C a 1000°C ± 0.004.[t]	-40°C a +333°C ± 2.5°C 333°C a 1200°C ± 0.0075.[t]	-167°C a +40°C ± 2.5°C -200°C a -167°C ± 0.015.[t]	Termopar <i>standard</i> para temperaturas até 1100°C. Tem um bom comportamento em atmosferas oxidantes (ricas em oxigénio).
T	Cobre	Cobre Níquel	BS EN 60584.1 Pt5: 1996 ANSI/MC96.1 DIN EN 60584.1:1996 NF EN 60 584.1:1996 JISC 1602	-185 a +300	-250 a +400	-40°C a +1255°C ± 0.5°C 125°C a 350°C ± 0.004.[t]	-40°C a +133°C ± 1.0°C 133°C a 350°C ± 0.0075.[t]	-67°C a +40°C ± 1.0°C -200°C a -67°C ± 0.015.[t]	Excelente comportamento em temperaturas baixas e aplicações criogénicas. Bom comportamento em atmosferas húmidas.
J	Ferro (Magnético)	Cobre Níquel	BS EN 60584.1 Pt3: 1996 ANSI/MC96.1 DIN EN 60584.1:1996 NF EN 60 584.1:1996 JISC 1602	+20 a +700	-180 a +750	-40°C a +375°C ± 1.5°C 375°C a 750°C ± 0.004.[t]	-40°C a +333°C ± 2.5°C 333°C a 750°C ± 0.0075.[t]		Normalmente utilizado na industria dos plásticos e moldes. Bom comportamento em atmosferas pobres em oxigénio e redutoras.
N	Níquel Chromio Silício	Níquel Magnésio Silício	BS EN 60584.1 Pt8: 1996 ANSI/MC96.1 DIN EN 60584.1:1996 NF EN 60 584.1:1996 JISC 1602	0 a +1100	-270 a +1300	-40°C a +375°C ± 1.5°C 375°C a 1000°C ± 0.004.[t]	-40°C a +333°C ± 2.5°C 333°C a 1200°C ± 0.0075.[t]	-167°C a +40°C ± 2.5°C -200°C a -167°C ± 0.015.[t]	Saída bastante estável a altas temperaturas. Boa resistência à oxidação.
E	Níquel Crómio	Cobre Níquel	BS EN 60584.1 Pt6: 1996 ANSI/MC96.1 DIN EN 60584.1:1996 NF EN 60 584.1:1996 JISC 1602	0 a +800	-40 a +900	-40°C a +375°C ± 1.5°C 375°C a 800°C ± 0.004.[t]	-40°C a +333°C ± 2.5°C 333°C a 900°C ± 0.0075.[t]	-167°C a + 40°C ± 2.5°C 200°C a -167°C ± 0.015.[t]	Bom comportamento em atmosferas oxidantes ou inertes.
R	Platina 13% Ródio	Platina	BS EN 60584.1 Pt2: 1996 ANSI/MC96.1 DIN EN 60584.1:1996 NF EN 60 584.1:1996 JISC 1602	0 a +1600	-50 a +1700	0°C a +1100°C ± 1.0°C 1100°C a 1600°C ± (1+0.003(t-1100))°C	0°C a +600°C ± 1.5°C 600°C a 1600°C ± 0.0025.[t]		Utilizado em processos com temperaturas elevadas. Tem uma boa resistência à oxidação. Deve ser utilizado com bainha de proteção.
S	Platina 10% Ródio	Platina	BS EN 60584.1 Pt1: 1996 ANSI/MC96.1 DIN EN 60584.1:1996 NF EN 60 584.1:1996 JISC 1602	0 a +1550	-50 a +1750	0°C a + 1100°C ± 1.0°C 1100°C a 1600°C ± (1+0.003(t-1100))°C	0°C a +600°C ± 1.5°C 600°C a 1600°C ± 0.0025.[t]		Características semelhantes ao termopar R.
B	Platina 30% Ródio	Platina 6% Rhodio	BS EN 60584.1 Pt7: 1996 ANSI/MC96.1 DIN EN 60584.1:1996 NF EN 60 584.1:1996 JISC 1602	+100 a +1600	+100 a +1820		600°C a 1700°C ± 0.0025.[t]	600°C a +800°C ± 4.0°C 800°C a 1700°C ± 0.005.[t]	Características semelhantes aos termopares R e S. Geralmente utilizado na industria vidreira.
G	Tungsténio	Tungsténio 26% rhénio	Não existe normas oficialmente reconhecidas para o tipo G	+20 a +2320	0 a +2600		0°C a +452°C ± 4.5°C 425°C a 2320°C ± 1.0%		Também conhecido como W. Saída relativamente estável até 2600°C. Não deve ser utilizado abaixo dos 400°C nem em atmosferas oxidantes.
C	Tungsténio 5% Téio	Tungsténio 26% Rhénio	Não existe normas oficialmente reconhecidas para o tipo C	+50 a +1820	+20 a +2300		0°C a +426°C ± 4.4°C 426°C a 2320°C ± 1.0%		Também conhecido como W5. Características semelhantes ao Termopar G.
D	Tungsténio 3% Réio	Tungsténio 25% Rhénio	Não existe normas oficialmente reconhecidas para o tipo D	0 a +2100	0 a +2600		0°C a +400°C ± 4.5°C 400°C a 2320°C ± 1.0%		Também conhecido como W3. Características semelhantes ao Termopar G.

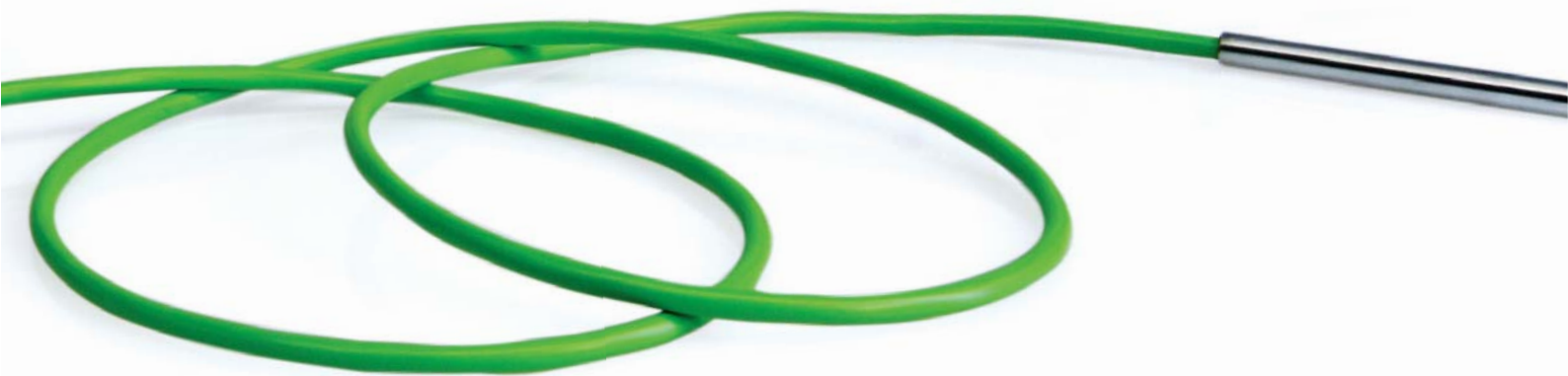


Para transmissão de sinal de termopares devem ser utilizados cabos de extensão (mesmos materiais do termopar) ou cabos de compensação (materiais similares aos do termopar), sendo que a correta seleção pode ser feita com base na tabela apresentada. A utilização indevida de cabo de cobre ou outra tipologia não correspondente ao termopar vai introduzir erros na medição.

TERMOPARES | CÓDIGO DE CORES

TERMOPARES CÓDIGO DE CORES						
TIPO DE TERMOPAR	TIPO DE CABO		CÓDIGOS DE CORES INTERNACIONAIS	CÓDIGOS DE CORES INTERNACIONAIS	INGLATERRA	E.U.A
	Extensão	Compensação	IEC 60584.3:2007 BS EN 60584.3:2008	IEC 60584.3:2007 BS EN 60584.3:2008. Para circuitos de segurança intrín- secos	BS 1843	ANSI/MC96.1
K	KX					
		kca				
		kcb				
T	TX					
J	JX					
N	NX					
		NC				
E	EX					
R		RCA				
		RCB				
S		SCA				
		SCB				
B		BC				
G		GC				
C		CC				
D		DC				

Valores de referência internacionais para termopares - Temperatura expressa em graus celcius (t₉₀)* e a emf em microvolts (μV)(para uma junção de referência a 0°C) *Valores internacionais temperatura 1990 (acronym ITS-90)



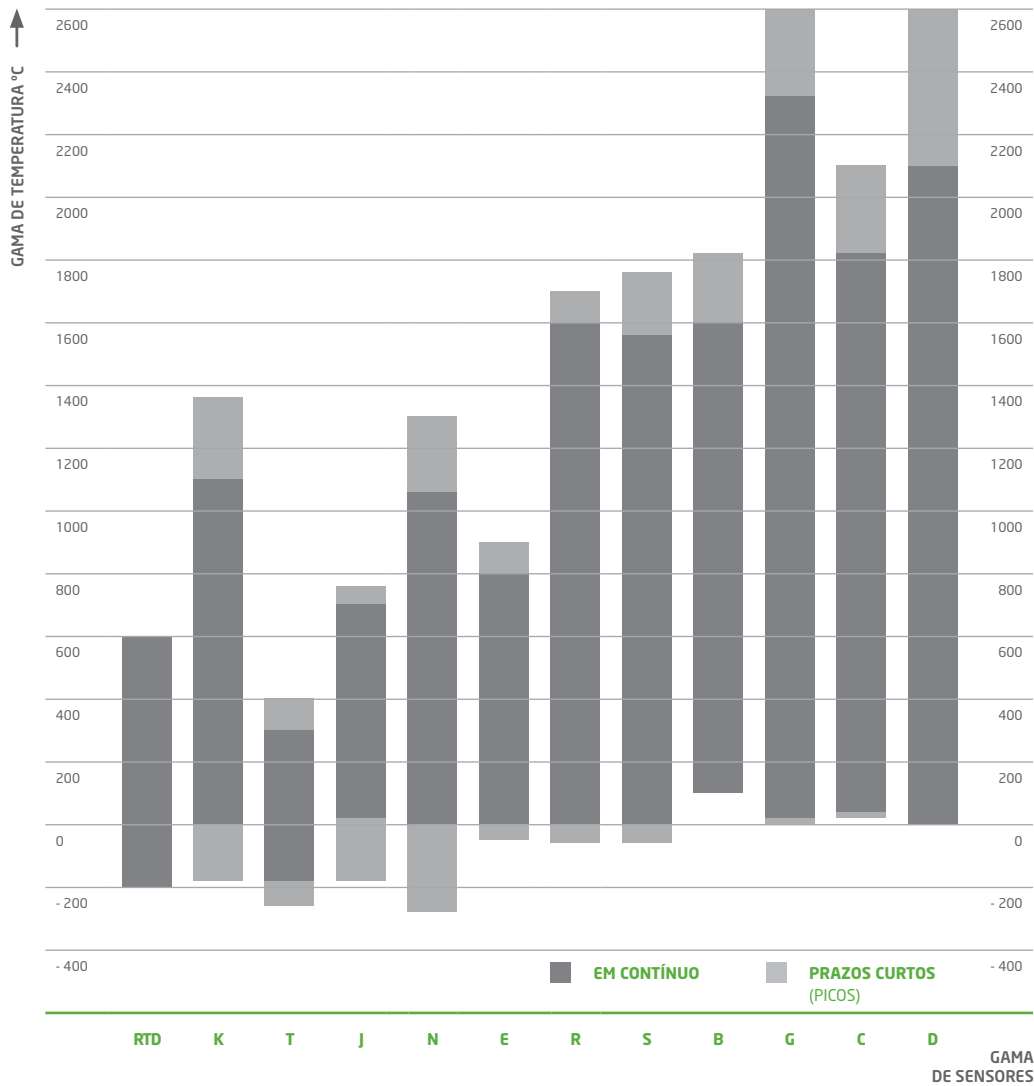
ALEMANHA	FRANÇA	JAPÃO	Valores de tolerância segundo a IEC 60584.3:2007 (BS EN 60584.3:2008) para a gama de temperatura indicada		
			Classe de tolerância	Classe de tolerância	Gama de temperatura dos cabos em °C
DIN 43714	NFC 42324	JIS C1610-1981	1	2	
			$\pm 60\mu V(\pm 1.5^{\circ}C)$	$\pm 100\mu V(\pm 2.5^{\circ}C)$	-25°C a + 200°C
				$\pm 100\mu V(\pm 2.5^{\circ}C)$	0°C a + 150°C
				$\pm 100\mu V(\pm 2.5^{\circ}C)$	0°C a + 100°C
			$\pm 30\mu V(\pm 0.5^{\circ}C)$	$\pm 60\mu V(\pm 1.0^{\circ}C)$	-25°C a + 100°C
			$\pm 85\mu V(\pm 1.5^{\circ}C)$	$\pm 140\mu V(\pm 2.5^{\circ}C)$	-25°C a + 200°C
			$\pm 60\mu V(\pm 1.5^{\circ}C)$	$\pm 100\mu V(\pm 2.5^{\circ}C)$	25°C a + 200°C
				$\pm 100\mu V(\pm 2.5^{\circ}C)$	0°C a + 150°C
			$\pm 120\mu V(\pm 1.5^{\circ}C)$	$\pm 200\mu V(\pm 2.5^{\circ}C)$	-25°C a + 200°C
				$\pm 30\mu V(\pm 2.5^{\circ}C)$	0°C a + 100°C
				$\pm 60\mu V(\pm 5.0^{\circ}C)$	0°C a + 200°C
				$\pm 30\mu V(\pm 2.5^{\circ}C)$	0°C a + 100°C
				$\pm 60\mu V(\pm 5.0^{\circ}C)$	0°C a + 200°C

Cerca de 60% das medições de temperatura na indústria são feitas com sondas termopar, 30 a 35% por termorresistências (Pt100 são as mais utilizadas) e o restante por outros sensores (incluindo termístores e pirômetros).

TIPOS DE SENSORES | Características principais

CARACTERÍSTICA	TERMORRESISTÊNCIA	TERMOPAR
Precisão	■	
Exatidão	■	
Alta temperatura		■
Baixa temperatura	■	
Linearidade	■	
Medição em ar/gás		■
Imunidade ao ruído	■	
Imunidade à vibração/choques		■
Tempo de resposta		■
Estabilidade	■	

TIPOS DE SENSORES | Gama de temperaturas



1.3 // Sensores de infravermelhos

Os sensores de infravermelhos captam a radiação térmica dos corpos e permitem a medição da temperatura dos mesmos sem contato. Os pirômetros fornecem um valor da temperatura média de um ponto enquanto que as câmaras termográficas fornecem uma imagem térmica.

2 // BAINHA DE PROTEÇÃO

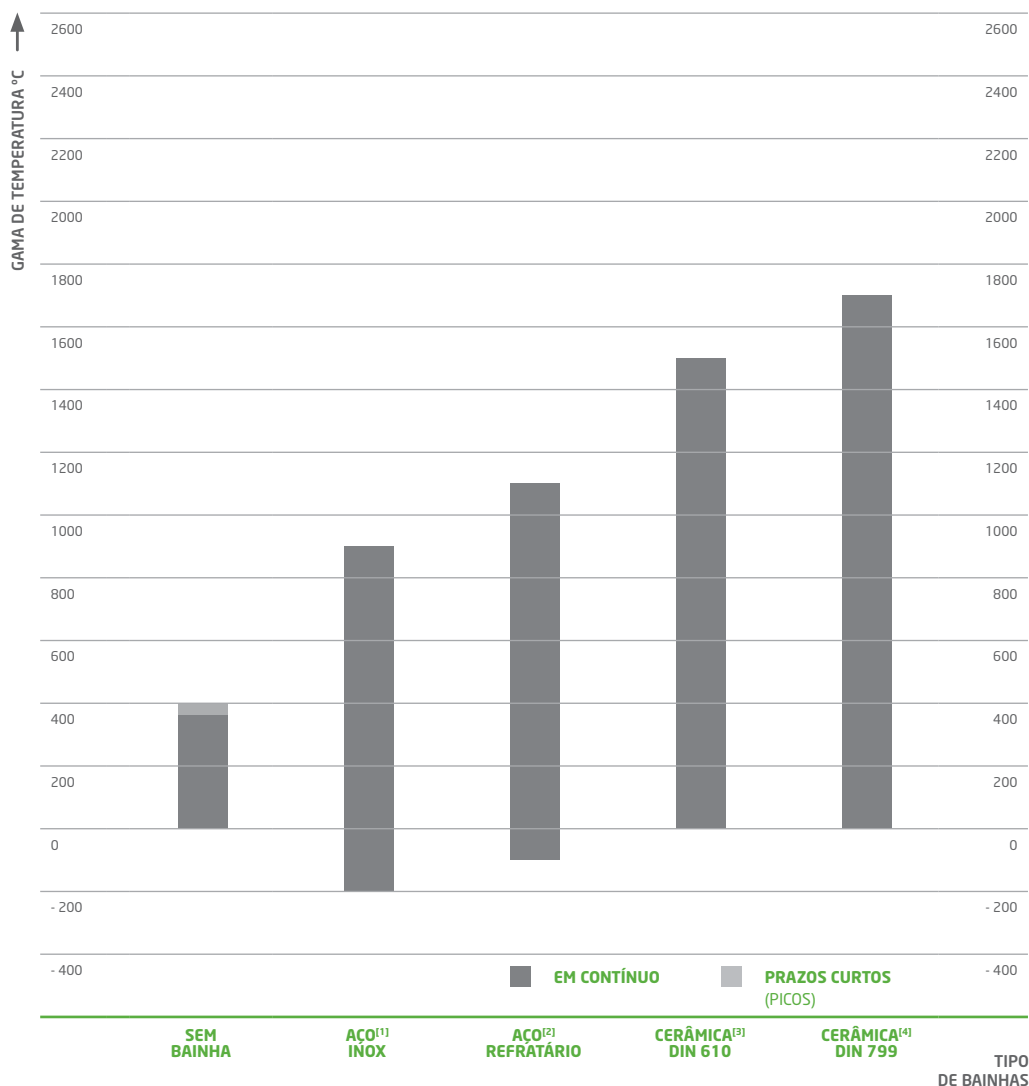
A bainha é utilizada como proteção ao sensor de temperatura. Normalmente de constituição metálica, em aço, inox refratário ou cerâmica. Sondas com bainha cerâmica ou aço refratário são normalmente designadas de **canas piométricas** (sondas para medição de altas temperaturas). *Algumas sondas baseadas em termopares podem ser construídas sem bainha (com gama de temperatura limitada e para processos não agressivos).

A bainha deve ser escolhida principalmente em função da gama de temperatura do processo e do ambiente onde vai ser utilizada. Utilizar bainhas acima da sua temperatura máxima pode danificar irremediavelmente a sonda.

Em alguns processos podem utilizar-se **bainhas duplas** (também conhecidas como **dedos de luva**). Este método consiste em colocar uma bainha no processo e dentro dessa bainha é colocada a sonda. Quando utilizados em processos que não podem ser abertos (com águas, óleos, gases, ...) permitem fazer a manutenção ou trocar a sonda com facilidade. Para processos com ambientes agressivos servem como proteção adicional à sonda.

Como desvantagem estas bainhas adicionam inércia térmica à medição, pelo que não devem ser utilizadas em processos com rápidas variações de temperatura. A sonda e a bainha dupla devem ser dimensionadas para que a ponta da sonda fique em contato (ajustada em força) com a bainha de forma a minimizar a inércia térmica.

BAINHA DE PROTEÇÃO | Gama de temperatura



[1] AÇO INOX - NORMA AISI316

[2] AÇO REFRATÁRIO - NORMA ASTM 446-1

[3] CERÂMICA DIN 610 - NORMA DIN VRE 0335

[4] CERÂMICA DIN 799 - NORMA DIN VDE 0335

3 // LIGAÇÃO ELÉTRICA

Geralmente as sondas têm uma saída elétrica por cabo ou por cabeça e a escolha depende da aplicação e das gamas de temperatura. Outra saída elétrica comum em termopares é ficha ou cabo e ficha.



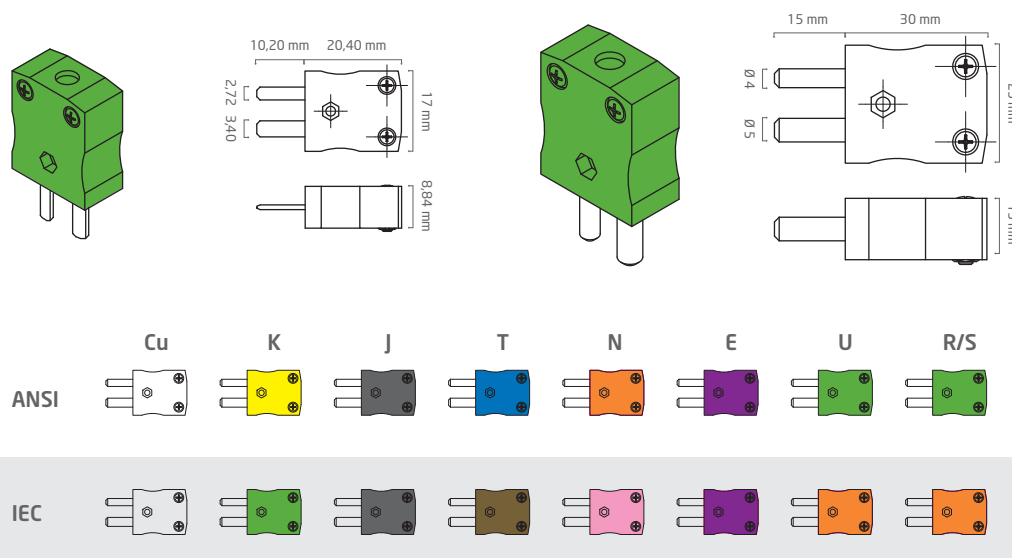
3.1 // Ligação elétrica com cabo

Nas sondas com saída elétrica com cabo são normalmente usados cabos de silicone, trança metálica (blindados), fibra de vidro ou PTFE. A escolha de sonda com cabo limita a gama de utilização à gama de temperaturas a que o cabo pode ser submetido.



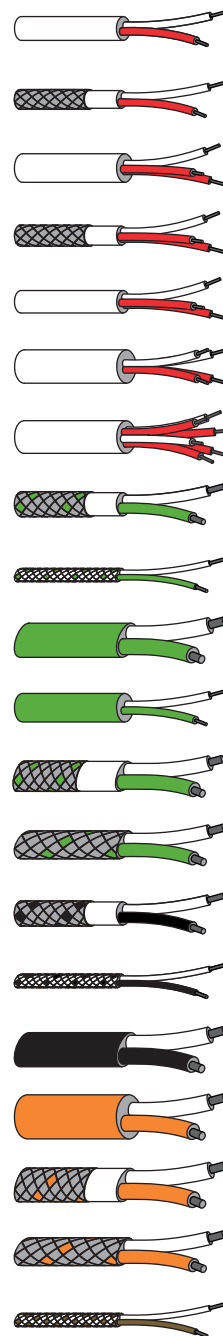
FICHAS | Dimensões e código de cores

Nas sondas termopar geralmente as saídas podem ser constituídas por ficha ou cabo e ficha. A sua cor varia em função do tipo de sensor utilizado. Estes dois modelos *standard* ou *mini* são os modelos mais usuais.

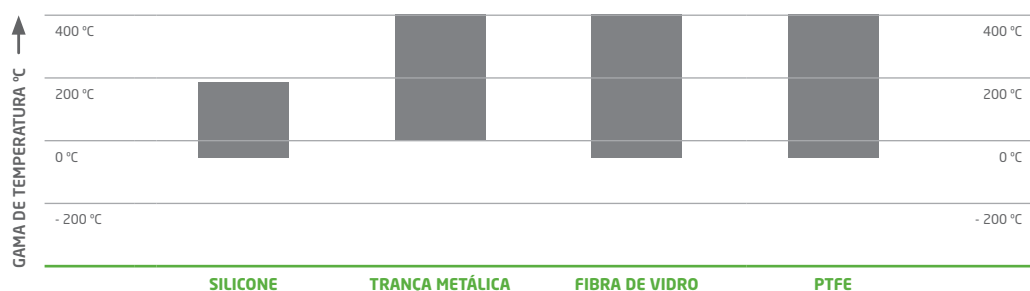


CABOS | Características

TIPO	N.º x SECÇÃO (mm²)	REVESTIMENTO	GAMA DE TEMPERATURA	DIMENSÕES (mm)	CLASSE	REFERÊNCIA
RTD	2x0,22	Sil/Sil	-40 ... 200°C	Ø3,50	----	GA0222CSF035.01
RTD	2x0,22	FV/FV/TM	0 ... 400°C	Ø2,90	----	VC0222CNF029.01
RTD	3x0,22	Sil/Sil	-40 ... 200°C	Ø4,20	----	GA0322CSF042.02
RTD	3x0,22	FV/FV/TM	0 ... 400°C	Ø3,10	----	VC0322CNF031.01
RTD	3x0,22	PTFE/PTFE	-200 ... 260°C	Ø3,30	----	TA0322CGF031.01
RTD	4x0,22	SIL/SIL	-40 ... 200°C	Ø4,90	----	GA0422CUF049.01
RTD	6x0,22	MFA/Sil	-40 ... 200°C	Ø4,80	----	ME0622CSF048.01
K	2x0,5	FV/FV/TM	0 ... 350/400°C	Ø3,70	2	VC0250KXF037I.01
K	2x0,196	FV/FV	0 ... 350/400°C	2,10x1,30	1	VR0220KR000I.01
KCA	2x1,3	PVC/PVC	0 ... 80°C	6,80x4,20	2	PA0213WXF000I.01
KX	2x0,22	PVC/PVC	0 ... 80°C	Ø4,20	1	PA0222KXF042I.01
KCA	2X1,3	Sil/FV/TM	0 ... 200°C	6,80x4,20	2	GE0213WXF000I.01
KCA	2x1,3	Sil/FV	0 ... 200°C	5,70x3,10	2	GF0213WXF000I.01
J	2x0,5	FV/FV/TM	0 ... 350/400°C	Ø3,80	1	VC0250JF037I.01
J	2x0,196	FV/FV	0 ... 350/400°C	2,40x1,40	1	VA0220JR000X.01
JX	2x1,3	PVC/PVC	0 ... 80°C	6,80x4,20	1	PA0213JF000I.01
RCB/SCB	2x1,3	PVC/PVC	0 ... 80°C	Ø7,20	2	PA2130SXF072I.01
RCB/SCB	2X1,3	Sil/FV/TMf	0 ... 200°C	6,80x4,20	2	GE0213SXF000X.01
RCB/SCB	2x1,3	Sil/FV	0 ... 200°C	5,70x3,10	2	GF0213SXF000I.01
T	2x0,196	FV/FV	-185 ... 300°C	2,10x1,30	1	VR0220TR000I.02



CABOS | Gamas de temperatura



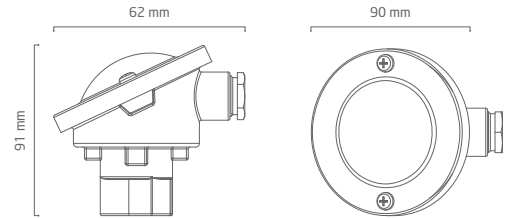
TIPOS
DE CABOS

3.2 // Ligação elétrica com cabeça

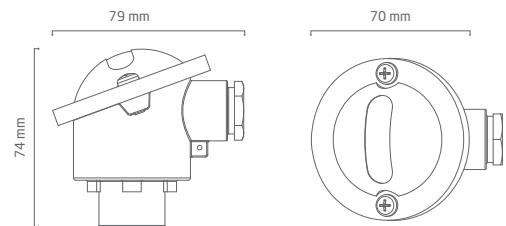
Uma das vantagens das sondas com cabeça é serem de fácil manutenção/substituição, mesmo em aplicações onde seja necessário utilizar cabos com bastante comprimento para transmissão de sinal. Caso se utilizem transmissores, estes podem ser instalados diretamente no interior das cabeças. Os modelos mais utilizados são os seguintes:



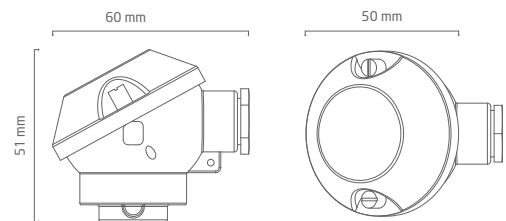
MODELO	DIN A
	TTA200-B3A3G
GAMA TEMPERATURA	-40...100°C
ENTRADA CABOS	G1/2"
ENTRADA Sonda	Ø32,5mm
IP PROTEÇÃO	IP66



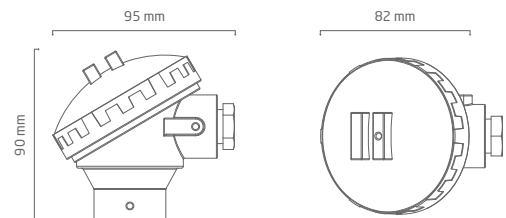
MODELO	DIN B
	TTB200-A4A3G
GAMA TEMPERATURA	-40...100°C
ENTRADA CABOS	PG16
ENTRADA Sonda	G1/2"
IP PROTEÇÃO	IP66



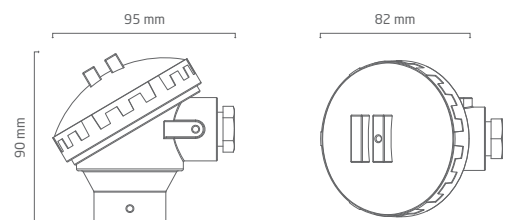
MODELO	MIGNON
	TTM200-A0B5G
GAMA TEMPERATURA	-40...100°C
ENTRADA CABOS	PG9
ENTRADA Sonda	M10x1
IP PROTEÇÃO	IP66



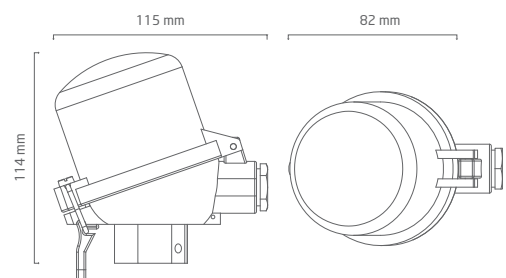
MODELO	KNE
	H-KNE
GAMA TEMPERATURA	0...480°C
ENTRADA CABOS	M20x1,5
ENTRADA Sonda	G1/2"
IP PROTEÇÃO	IP68



MODELO	KNN
	H-KNN
GAMA TEMPERATURA	0...200°C
ENTRADA CABOS	M20x1,6
ENTRADA Sonda	G1/2"
IP PROTEÇÃO	IP68



MODELO	TTH
	H-KNN
GAMA TEMPERATURA	0...200°C
ENTRADA CABOS	M20x1,6
ENTRADA Sonda	G1/2"
IP PROTEÇÃO	IP68



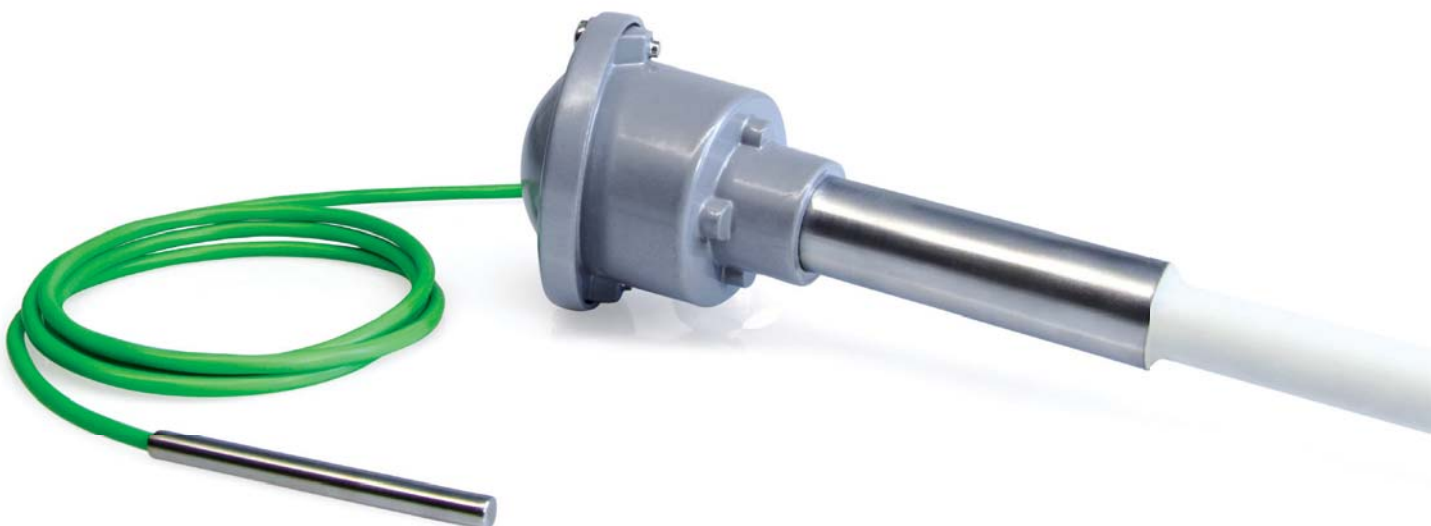
NOTA: A gama de temperatura a que a cabeça pode ser sujeita não afeta a gama de temperatura da sonda.

4 // ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO

Servem para fixar a sonda ao processo e dependendo da sua aplicação, nem todas as sondas têm necessidade de integrar um suporte de fixação.

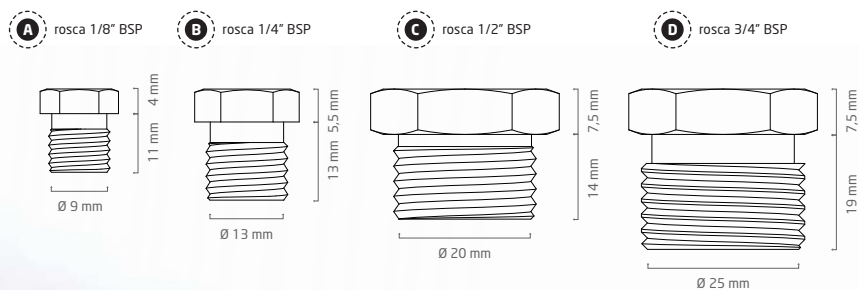
4.1 // Sondas sem fixação

São sondas móveis/portáteis ou utilizam-se quando no processo existem acessórios que permitem a fixação da mesma, normalmente sondas com cabo e canas pirométricas são sondas sem acessório de fixação.



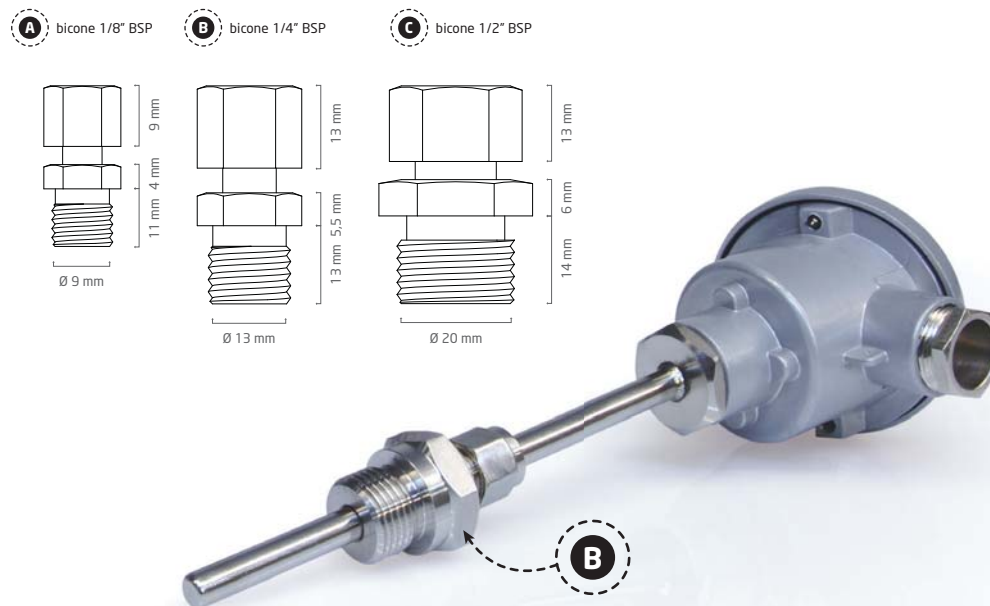
4.2 // Fixação com rosca

É o acessório de fixação mais utilizado em sondas. A rosca é fixada à bainha e rosçada no processo. (tabela com roscas existentes e medidas - R1/8", R1/4", R1/2" e R3/4").



4.3 // Fixação com bicone

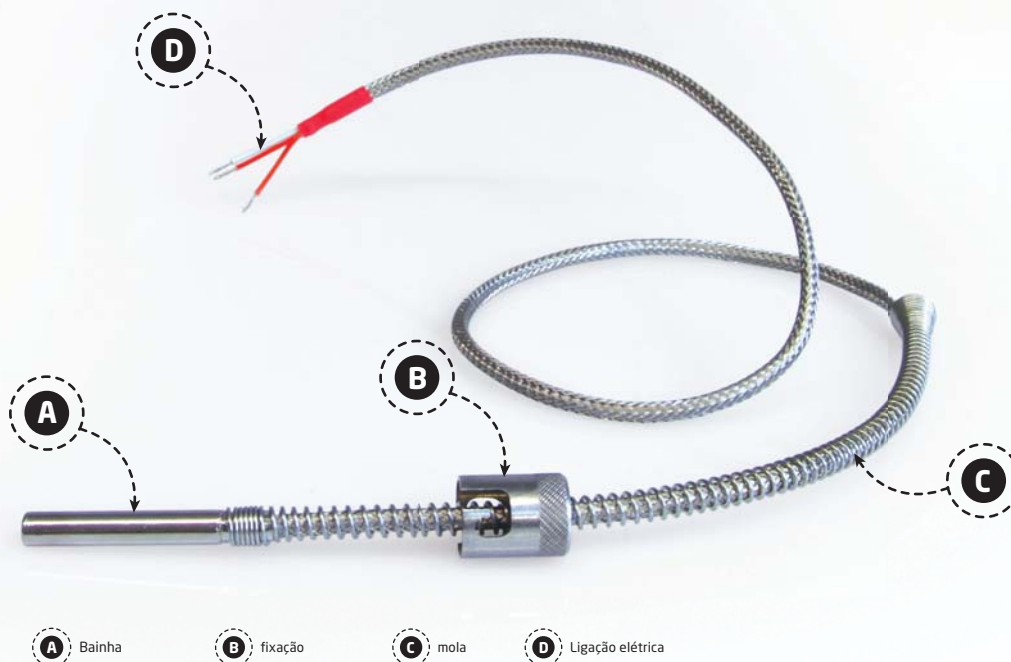
Permite mover a sonda ajustando a profundidade ao processo. Deve evitar-se em processos com pressões elevadas. (tabela com bicones existentes e medidas - B1/8", B1/4", B1/2")



4.4 // Mola e fixação

É uma fixação rápida, utilizada apenas em sondas com cabo e ajustável em comprimento. Deve ser utilizada em dedos de luva com acessório próprio para a fixação.

Algumas sondas têm apenas a mola, que não é utilizada como fixação mas sim como proteção ao cabo (para não desgastar a junção cabo/bainha), normalmente usadas em sondas móveis.



4.5 // Outros tipos de fixação

Podem ser feitas sondas com outros tipos de acessórios de fixação à medida da aplicação.

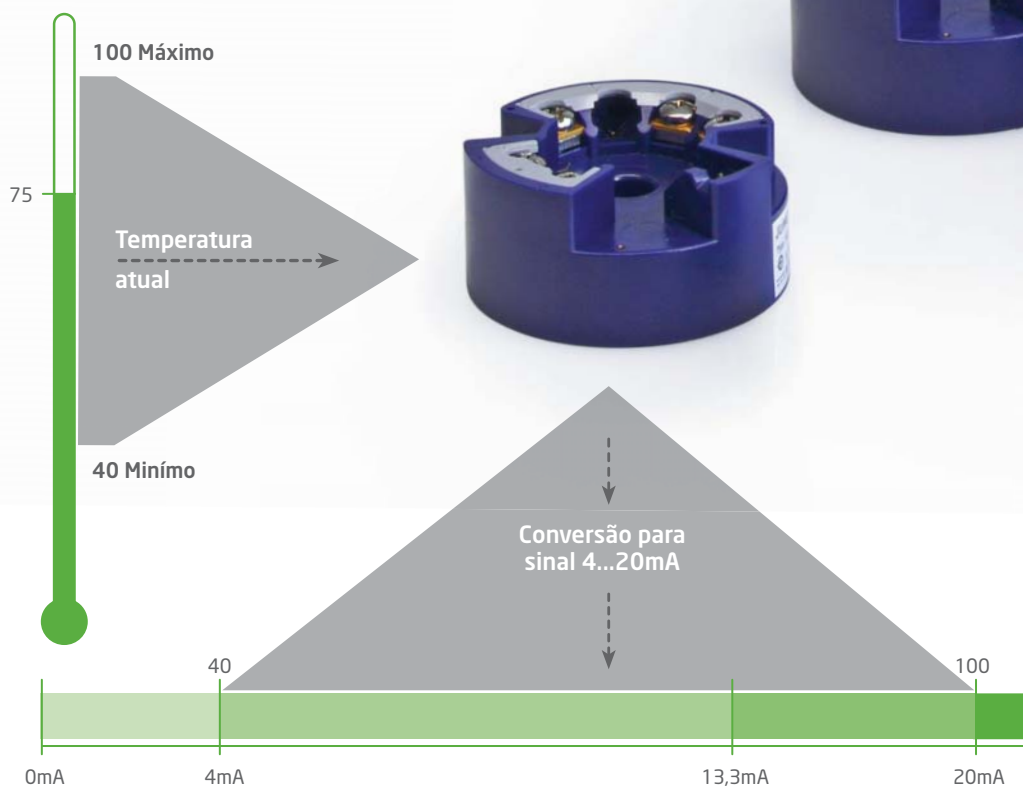
5 // TRANSMISSOR

Permite passar o sinal do sensor de temperatura (RTD ou termopar) para um sinal elétrico padrão de 0(4)...20mA ou 0...10V. Normalmente quando se trata de sondas com saída elétrica em cabeça o transmissor é instalado na cabeça da sonda, em sondas com cabo utilizam-se transmissores em calha DIN. Para configuração do transmissor deve ser definida uma gama de utilização (normalmente a gama de temperatura do processo) que é convertida num sinal elétrico padrão de forma linear. O sinal padrão mais utilizado é 4...20mA:

Vantagens do sinal 4...20mA:

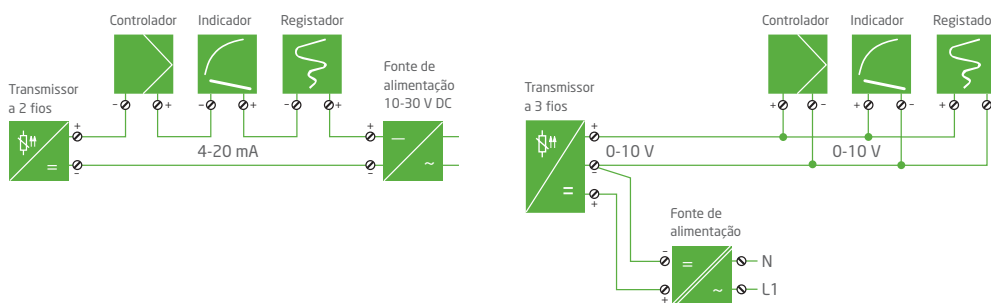
- Erros devido à resistência dos fios quase nulos até 2Km - Sinal em corrente;
- Falha nas ligações provoca erro - 0mA fora da gama;
- Possibilidade de utilização de apenas 2 fios - sinal + alimentação.

TRANSMISSOR | Exemplo de conversão



NOTA: O sinal do transmissor pode ser ligado a vários equipamentos em simultâneo

TRANSMISSOR | Exemplo de ligações



- Ligações para transmissor 4...20mA (2 fios) a vários equipamentos

- Ligações para transmissor 0...10V (3 fios) a vários equipamentos

TERMORESISTÊNCIAS | Configuração

CAMPO

OPÇÕES

TIPO DE SONDA

Pt100 (-40 ... 300°C)	Pt100.1
Pt100 (-200 ... 600°C)	Pt100.2
Pt500 (-40 ... 300°C)	Pt500.2
Pt1000 (-40 ... 300°C)	Pt1000.1

NÚMERO DE SENSORES

Simples	S
Dupla	D

NÚMERO DE FIOS

2 Fios	2F
3 Fios	3F
4 Fios	4F
6 Fios	6F

DIMENSÕES

DIÂMETRO

3 mm	03
4 mm	04
5 mm	05
6 mm	06
8 mm	08
10 mm	10
15 mm	15

COMPRIMENTO (mm)

LIGAÇÕES ELÉTRICAS

COM CABEÇA

DIN B	DB	0000
Mignon	Mg	0000
KNN	KN	0000
KNE	KE	0000
TTH	TH	0000
Placa	PL	0000

COM CABO

Silicone	TM
Trança metálica	TM
Teflon	TF

COMPRIMENTO DO CABO (mm)

ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO

Sem Fixação	SFX
Rosca 1/2" BSP	R12
Rosca 3/4" BSP	R34
Rosca 1/4" BSP	R14
Bicone 1/2" BSP	B12
Bicone 1/4" BSP	B14
Com mola	MOL
Com mola e fixação	MFx

OPÇÃO TRANSMISSOR

Sem transmissor	ST
0 a 10V (JUMO)	JV
4 a 20mA (JUMO)	JL
4 a 20mA (S-Products)	SL

CÓDIGO		-		-	X		-		X		-		-		
EXEMPLO	Pt100.1	-	S	-	06	X	0250	-	DB	X	0000	-	R12	-	JL

TERMOPARES | Configuração

CAMPO		OPÇÕES									
TIPO DE SONDA											
J (0 ... 700°C)		TP-J1									
J (0 ... 400°C)		TP-J2									
K (0 ... 900°C)		TP-K1									
K (0 ... 400°C)		TP-K2									
NÚMERO DE SENSORES											
Simples		S									
Dupla		D									
DIMENSÕES											
DIÂMETRO											
3 mm		03									
6 mm		06									
8 mm		08									
10 mm		10									
12 mm		12									
15 mm		15									
Sem bainha T/M		TM									
Sem bainha F/V		FV									
COMPRIMENTO (mm)											

LIGAÇÕES ELÉTRICAS											
COM CABEÇA / FICHA											
DIN B		DB		0000							
Mignon		Mg		0000							
KNN		KE		0000							
KNE		KN		0000							
TTH		TH		0000							
Placa		PL		0000							
Ficha macho pequena		FP		0000							
Ficha macho grande		FG		0000							
COM CABO / CABO E FICHA											
PVC		PV									
Trança metálica		TM									
Fibra de vidro		FV									
PVC com ficha pequena		PP									
Trança metálica com ficha pequena		TP									
Fibra de vidro com ficha pequena		VP									
PVC com ficha grande		PG									
Trança metálica com ficha grande		TG									
Fibra de vidro com ficha grande		VG									
COMPRIMENTO (mm)											

ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO											
Sem fixação		SFX									
Rosca 1/2" BSP		R12									
Rosca 1/4" BSP		R14									
Bicone 1/2" BSP		B12									
Bicone 1/4" BSP		B14									
Com mola		MOL									
Com mola e fixação		MFX									
OPÇÃO TRANSMISSOR											
Sem transmissor		ST									
0 a 10V (JUMO)		JV									
4 a 20mA (JUMO)		JI									
4 a 20mA (S-Products)		SI									

CÓDIGO		-		-	X		-	X		-		-			
EXEMPLO	TP-K	-	S	-	08	X	0150	-	TG	X	0500	-	SFX	-	ST

CANA PIROMÉTRICA | Configuração

CAMPO

OPÇÕES

TIPO DE Sonda

K (CrNi - Ni)
R (Pt13%Rh)
S (Pt10%Rh)
B (Pt30%Rh)

CP-K
CP-R
CP-S
CP-B

NÚMERO DE SENSORES

Simples
Dupla

S
D

SENSOR

0,35 mm
0,5 mm
1 mm
3 mm
Isolamento mineral

035
050
100
300
ISM

TIPO DE BAINHA

Cerâmica DIN610
Cerâmica DIN799
Aço refratário

C610
C799
AREF

DIMENSÕES

DIÂMETRO

10 mm
15 mm
21,3 mm
24 mm

10
15
24
21

COMPRIMENTO (mm)

LIGAÇÕES ELÉTRICAS

COM CABEÇA

DIN A
DIN B
TTH

DB
DA
TH

ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO

Sem fixação
Rosca 1/2" BSP
Rosca 3/4" BSP

SFX
R12
R34

OPÇÃO TRANSMISSOR

Sem transmissor
0 a 10V (JUMO)
4 a 20mA (JUMO)

ST
JV
SI

CÓDIGO						X				
EXEMPLO	CP-R	D	035	C610	15	X	300	DB	SFX	ST

[illegible]

SOLUÇÕES
DE VANGUARDA
DESDE 1978



FFONSECA S.A.

Rua João Francisco do Casal 87 - 89 Esgueira - Apartado 3003 | 3801-101 Aveiro - **PORTUGAL**

email: ffonseca@ffonseca.com | telf.: 234 303 900 | Fax: 234 303 910 | GPS: N40.651865, W8.613006