

# GUIA TÉCNICO

de sondas de temperatura



**FFONSECA**<sup>®</sup>  
SOLUÇÕES DE VANGUARDA

<b>ÍNDICE</b>	PORQUÊ UM GUIA TÉCNICO DE SONDAS?	<b>3</b>
	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.	
	CONFIGURADOR <i>ONLINE</i>	<b>4</b>
	CONFIGURE A SUA SONDA DE TEMPERATURA NUM MINUTO!	<b>5</b>
	FATORES QUE INFLUENCIAM A SELEÇÃO DA SONDA DE TEMPERATURA	<b>6</b>
	TUDO O QUE PRECISA DE SABER SOBRE A CONSTITUIÇÃO DE UMA SONDA DE TEMPERATURA	<b>8</b>
<b>1</b>	<b>TIPOS DE SENSORES DE TEMPERATURA</b>	<b>10</b>
1.1 SENSORES RESISTIVOS	// MÉTODO DE MEDIÇÃO A 2 FIOS (sem compensação)	11
	// MÉTODO DE MEDIÇÃO A 3 FIOS (compensação simples)	11
	// MÉTODO DE MEDIÇÃO A 4 FIOS (compensação dupla)	11
	<b>CARACTERÍSTICAS DAS RTD</b>	11
	<b>Pt100</b>   Classes de tolerância	11
1.2 SENSORES TERMOELÉTRICOS		<b>12</b>
	<b>TIPOS DE TERMOPARES</b>   Constituição e tensão média gerada	12
	<b>TIPOS DE TERMOPARES</b>   Tensão <i>Seebeck</i>	12
	<b>TIPOS DE TERMOPARES</b>   Tolerância a atmosferas de trabalho	13
	<b>TIPOS DE TERMOPARES</b>   Combinação de condutores, características e normas internacionais	13
	<b>TIPOS DE TERMOPARES</b>   Códigos de cores	14
	<b>TIPO DE SENSORES</b>   Características principais	16
	<b>TIPO DE SENSORES</b>   Gamas de temperatura	16
<b>2</b>	<b>BAINHA DE PROTEÇÃO</b>	<b>17</b>
	<b>BAINHA DE PROTEÇÃO</b>   Gamas de temperatura	17
<b>3</b>	<b>LIGAÇÃO ELÉTRICA</b>	<b>18</b>
3.1 LIGAÇÃO ELÉTRICA COM CABO	<b>FICHAS</b>   Dimensões e código de cores	18
	<b>CABOS</b>   Características	19
	<b>CABOS</b>   Gamas de temperatura	19
3.2 LIGAÇÃO ELÉTRICA COM CABEÇA		<b>20</b>
<b>4</b>	<b>ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO</b>	<b>21</b>
4.1 FIXAÇÃO COM ROSCA		21
4.2 FIXAÇÃO COM BICONE		21
4.3 MOLA E FIXAÇÃO		22
<b>5</b>	<b>TRANSMISSOR</b>	<b>22</b>
	<b>TRANSMISSOR</b>   Vantagens do sinal 4...20mA	22
	<b>TRANSMISSOR</b>   Sondas <i>wireless</i>	23
	<b>TRANSMISSOR</b>   Exemplo de conversão	23
	<b>TRANSMISSOR</b>   Exemplo de ligações	23
	<b>ANEXOS - TABELAS DE CONFIGURAÇÃO</b>	<b>24</b>
	<b>TERMORESISTÊNCIA</b>   Configuração	24
	<b>TERMOPAR</b>   Configuração	25
	<b>CANA PIROMÉTRICA</b>   Configuração	26

# Porquê um guia técnico de sondas?

A F.Fonseca comercializa desde 1978 diversos tipos de componentes e equipamentos elétricos e eletrónicos 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 35 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 um configurador de sondas de temperatura *online*, 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.

Traga-nos o desafio, dar-lhe-emos a solução.

 DE 1000 CLIENTES SATISFEITOS!

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

## Novo configurador *online*



# Configurador *online*

[www.ffonseca.com/configurador-sondas](http://www.ffonseca.com/configurador-sondas)



Otimizámos a aplicação, a excelência mantêm-se.



CONFIGURAR  
SONDA



RELATÓRIO  
PDF



PEDIR  
PROPOSTA



LOGIN  
MyFFonseca



ENCOMENDAR

ACESSO RESERVADO




# Configure a sua sonda de temperatura num minuto!

1º


## INICIE O CONFIGURADOR DE SONDAS

**FFONSECA.COM/CONFIGURADOR-SONDAS**

No site da F.Fonseca *click*  Configurador Sondas e inicie a aplicação.

4º

## PARABÉNS A SUA SONDA ESTÁ A SER CONFIGURADA!

**CLICK AVANÇAR** > Terminou a sua configuração irá visualizar a seguinte mensagem: "A processar o pedido" .


2º

## ESCOLHA O TIPO DE SONDA QUE PRETENDE CONFIGURAR

TERMORESISTÊNCIA

TERMOPAR


CANA PIROMÉTRICA




**NA PÁGINA DA APLICAÇÃO** > pode escolher entre termorresistências, termopares ou canas pirométricas. Em caso de dúvida disponibilizamos  menus de ajuda à medida que configura a sua sonda.

5º

## COMPLETAR FORMULÁRIO SOLICITAR ORÇAMENTO

É neste formulário que terá acesso ao **Código ref. / Descrição de vendas / Relatório**.

Preenchendo o formulário poderá solicitar informações adicionais e ou pedido de proposta completando todos os campos apresentados. Se necessitar de reconfigurar algum campo anterior pode fazê-lo fechando o formulário no canto superior direito .

De volta ao configurador pode alterar qualquer um dos itens do  ao  ponto ou recomeçar uma nova configuração com um *click* em **LIMPAR CONFIGURAÇÃO** .

3º

## CONFIGURE A SUA SONDA

**SIGA AS INSTRUÇÕES DA APLICAÇÃO** > Defina quais as características que pretende. Agora passo-a-passo preencha todos os itens que vão sendo solicitados seguido do *click* em

**SEGUINTE** >

6º

## MyFFONSECA (LOGIN) ENCOMENDE A SUA SONDA

Os utilizadores com perfil **MyFFONSECA** ativo a podem realizar a sua encomenda no imediato através da loja *online* onde são disponibilizados preços e respetivos prazos de entrega, entre outras funcionalidades.

**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 trazermos até si.



## GAMA DE TEMPERATURA DO PROCESSO

Todas as sondas de temperatura têm uma **gama de utilização** que define qual a 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/ou em dano irreparável. É aconselhável aquando da escolha da sonda considerar uma margem de utilização entre 20% a 80% da gama de temperatura pretendida.



## 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, um para ligação ao equipamento de registo e outro para a ligação ao equipamento de controlo.



## TEMPERATURA DE PICO

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 deixa de funcionar.



## TEMPO DE RESPOSTA

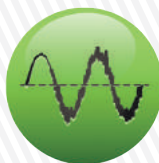
É o tempo que a saída elétrica demora a refletir uma variação de temperatura do processo e pode ser influenciado por vários fatores, principalmente o tipo de sensor e de bainha de proteção utilizados. Para processos com variações rápidas de temperatura é aconselhável a utilização de sondas com um tempo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



## 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.



## 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.



## 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 A VIBRAÇÃO E CHOQUES

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



## ATMOSFERA DE TRABALHO

Um fator muito importante a ter em conta é a compatibilidade da sonda com o ambiente de medição.

Os materiais utilizados na construção de uma sonda devem ser compatíveis com a atmosfera onde serão utilizados.

Os sensores de temperatura devem ser protegidos de meios corrosivos.



## 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.

# Tudo o que precisa de saber sobre a constituição de uma sonda de temperatura

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:



**A** SENSOR  
DE TEMPERATURA

**B** BAINHA  
DE PROTEÇÃO





**C** LIGAÇÃO ELÉTRICA

**D** ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO

**E** TRANSMISSOR

## 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)**
- **TERMÍSTORES**

### SENSORES TERMOELÉTRICOS



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

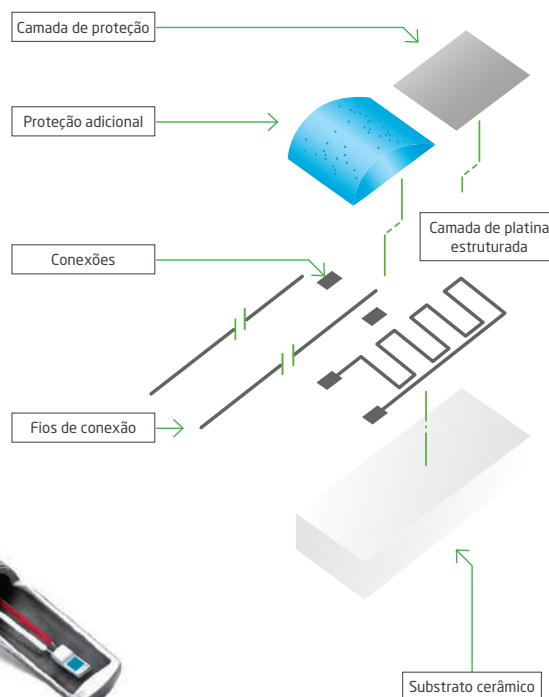


- **TERMOPARES**

## 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 ( $\Omega$ ) 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.

## // MÉTODO DE MEDIÇÃO A 2 FIOS (sem compensação)

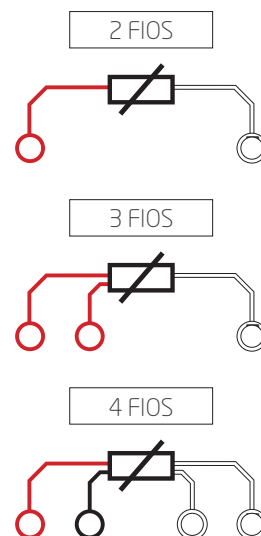
A resistência dos cabos de ligação vai gerar um erro de leitura, no entanto, este erro é normalmente desprezável para cabos com comprimento inferior a dois metros (com secção de 0,22mm<sup>2</sup> - *standard*). Existem equipamentos onde é possível definir a resistência dos fios e a compensação é feita automaticamente.

## // 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.

## // 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

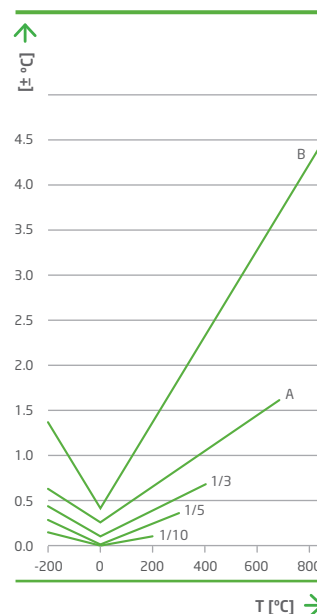
- **CLASSE DE TOLERÂNCIA:** São divididas em duas classes de exatidão Classe A e Classe B.

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.

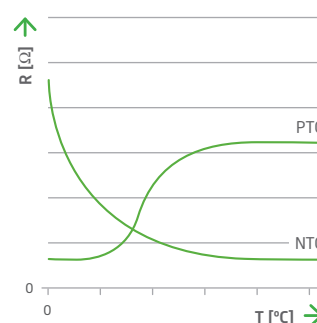
### Pt100 | Classes de tolerância

	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 referigeração e não só.



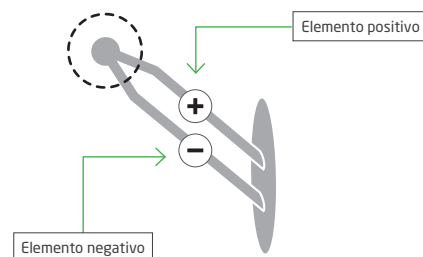
## 1.2 SENSORES TERMOELÉTRICOS

O princípio de funcionamento dos sensores termoelétricos (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**.

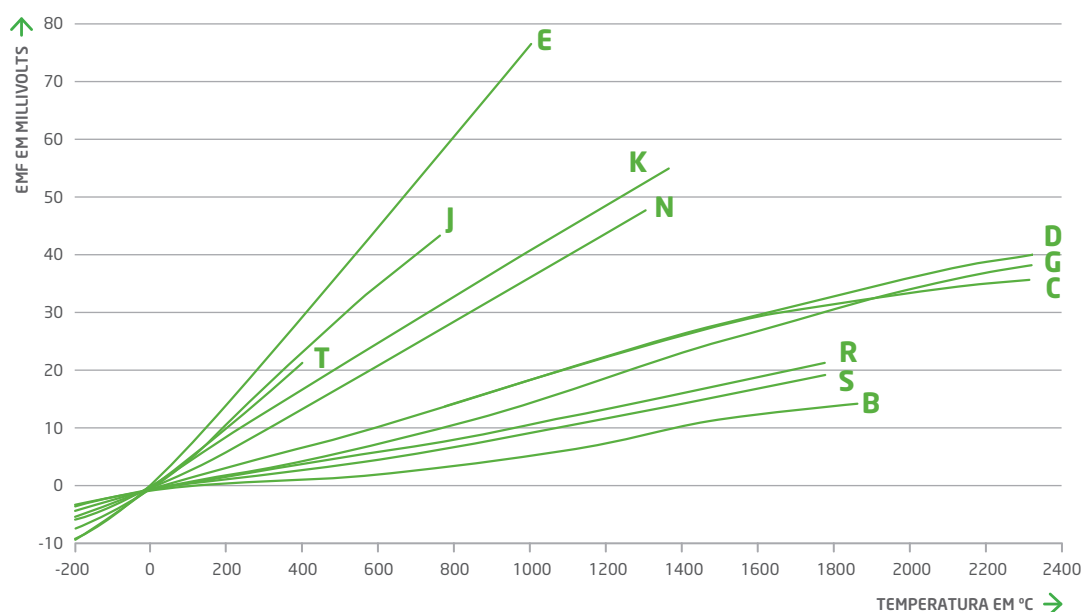
Todos os pares metálicos dissimilares apresentam este efeito, porém somente alguns deles produzem uma tensão de *Seebeck* considerável. A tabela abaixo apresenta os principais pares metálicos utilizados em termopares assim como a tensão média gerada (esta tensão não é linear).

### TIPOS DE TERMOPARES | Constituição e tensão média gerada

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



### TIPOS DE TERMOPARES | Tensão Seebeck





## TIPOS DE TERMOPARES | Tolerância a atmosferas de trabalho

TIPO	RICO EM OXIGÊNIO	POBRE EM OXIGÊNIO	REDUTORA	VÁCUO	HÚMIDA	ABAIXO 0°C	SULFUROSA
<b>K</b>	Boa	Pobre	Pobre	Pobre	Boa	Razoável	Pobre
<b>T</b>	Razoável	Razoável	Boa	Boa	Boa	Boa	Razoável
<b>J</b>	Razoável	Boa	Boa	Boa	Pobre	Pobre	Razoável
<b>N</b>	Boa	Razoável	Pobre	Pobre	Boa	Boa	Razoável
<b>E</b>	Boa	Pobre	Pobre	Pobre	Boa	Boa	Pobre
<b>R/S</b>	Boa	Boa	Pobre	Pobre	Boa	Razoável	Pobre
<b>B</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	PRAZOS CURTOS (PICOS)	TOLERÂNCIA CLASSE 1	TOLERÂNCIA CLASSE 2	TOLERÂNCIA CLASSE 3	
<b>K</b>	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).
<b>T</b>	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.
<b>J</b>	Ferro (Magnético)	Cobre Níquel	BS EN 60584.1 Pt3: 1996 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 indústria dos plásticos e moldes. Bom comportamento em atmosferas pobres em oxigénio e redutoras.
<b>N</b>	Níquel Crómio 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.
<b>E</b>	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.
<b>R</b>	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.
<b>S</b>	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>B</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 indústria vidreira.
<b>G</b>	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.
<b>C</b>	Tungsténio 5% Ténio	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.
<b>D</b>	Tungsténio 3% Rénio	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

TIPO DE TERMO- PAR	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 intrínsecos	BS 1843	ANSI/MC96.1
<b>K</b>	<b>KX</b>					
		<b>kca</b>				
		<b>kcb</b>				
<b>T</b>	<b>TX</b>					
<b>J</b>	<b>JX</b>					
<b>N</b>	<b>NX</b>					
		<b>NC</b>				
<b>E</b>	<b>EX</b>					
<b>R</b>		<b>RCA</b>				
		<b>RCB</b>				
<b>S</b>		<b>SCA</b>				
		<b>SCB</b>				
<b>B</b>		<b>BC</b>				
<b>G</b>		<b>GC</b>				
<b>C</b>		<b>CC</b>				
<b>D</b>		<b>DC</b>				

**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).



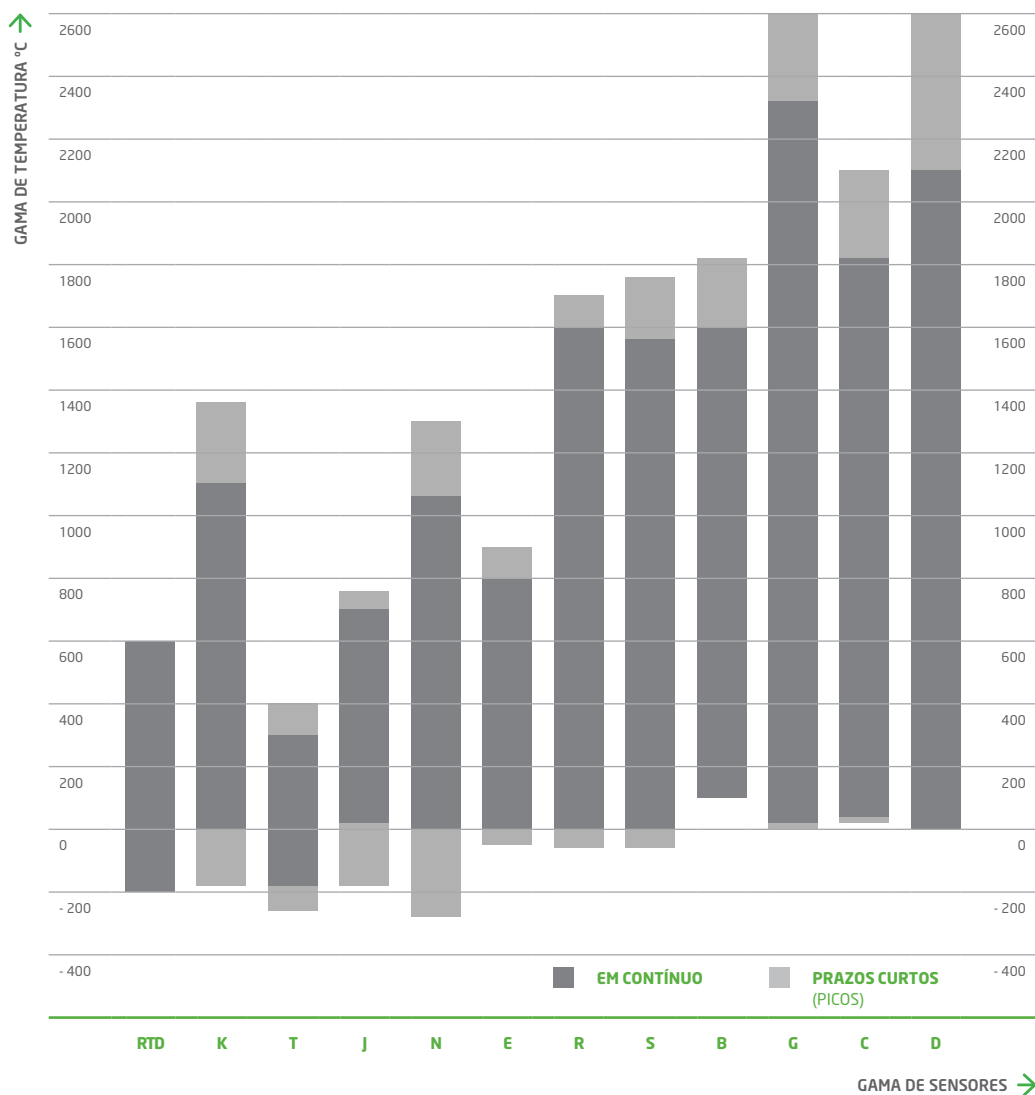
ALEMANHA	FRANÇA	JAPÃO	Valores de tolerância segundo a IEC 60584.3.2007 (BS EN 60584.3:2008) para a gama de temperatura indicada		
			Classe de tolerância	Classe de tolerância	Gama de temperatura dos cabos em °C
DIN 43714	NFC 42324	JIS C1610-1981	1	2	
			$\pm 60\mu V(\pm 1.5^{\circ}C)$	$\pm 100\mu V(\pm 2.5^{\circ}C)$	-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 | Gamas de temperaturas





## BAINHA DE PROTEÇÃO

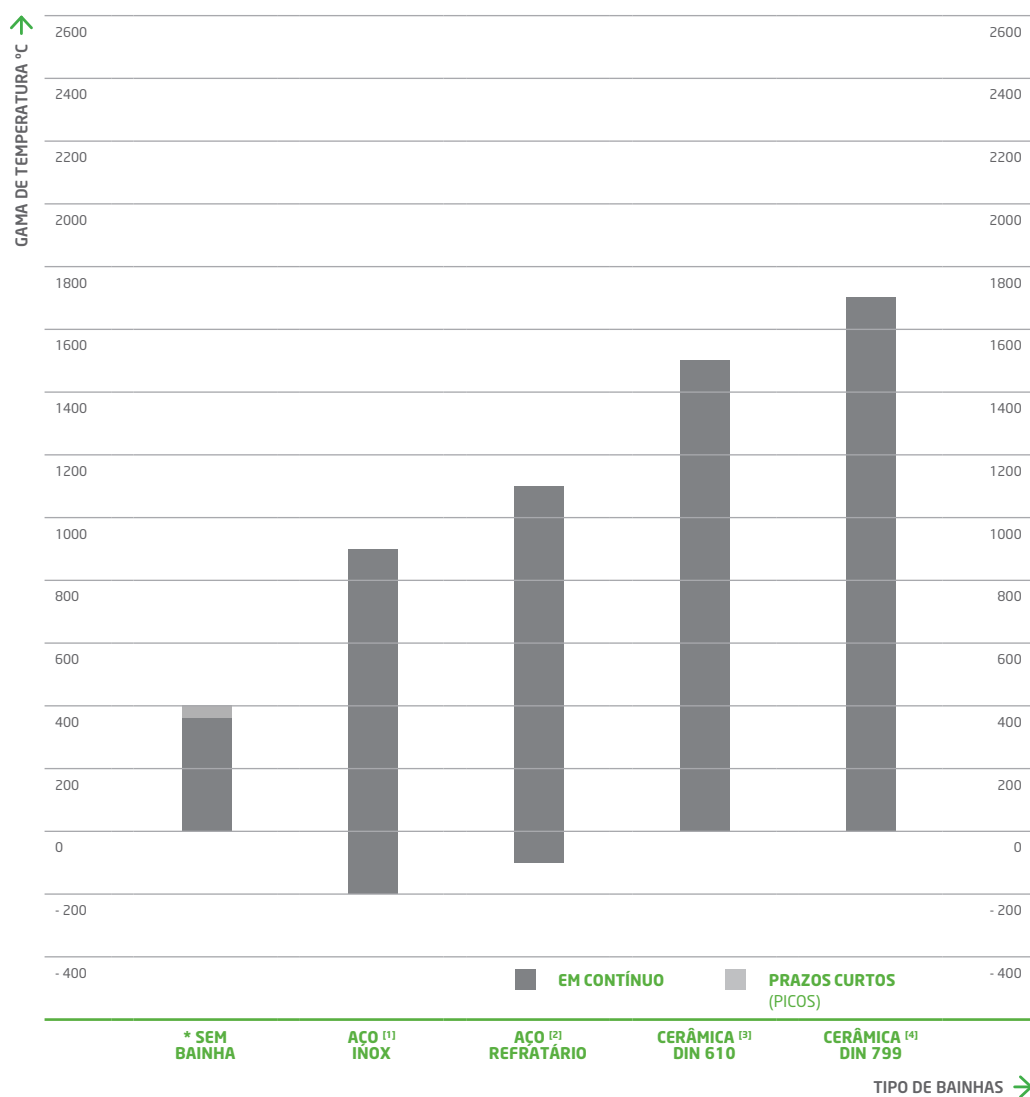
A bainha é utilizada como proteção ao sensor de temperatura. Normalmente de constituição metálica, em aço inox, refratário ou cerâmica. Sondas com bainha cerâmica ou aço refratário são normalmente designadas de **canas pirométricas** (sondas para medição de altas temperaturas). \*Algumas sondas baseadas 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 | Gamas de temperatura



[1] AÇO INOX - NORMA AISI316

[2] AÇO REFRACTÁRIO - NORMA ASTM 446-1

[3] CERÂMICA DIN 610 - NORMA DIN VRE 0335

[4] CERÂMICA DIN 799 - NORMA DIN VDE 0335

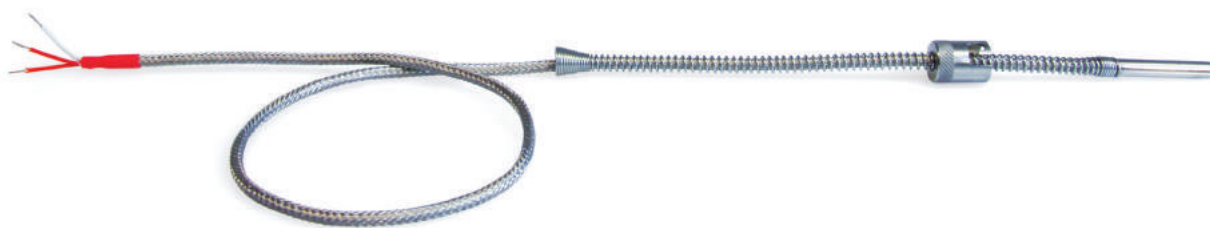
## LIGAÇÃO ELÉTRICA

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.



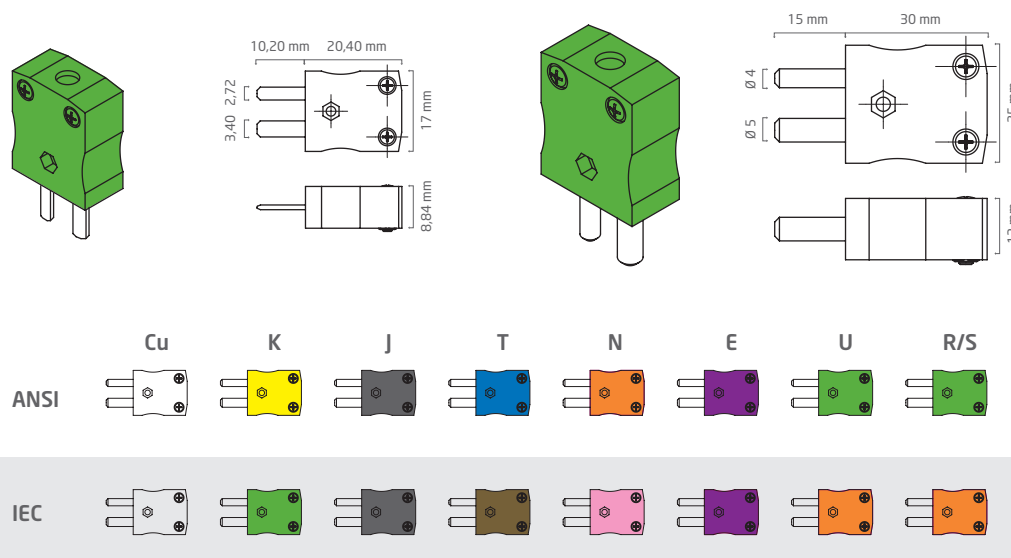
### 3.1 LIGAÇÃO ELÉTRICA COM CÂBO

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

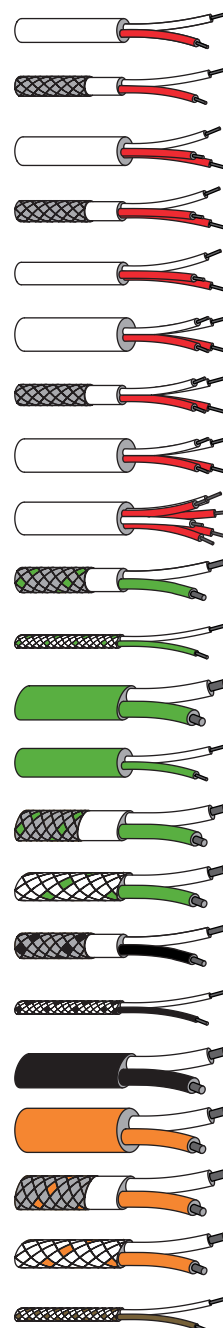
Nas sondas termopar geralmente as saídas podem ser constituídas por ficha ou cabo e ficha. A sua cor varia em função do tipo de sensor utilizado. Estes dois modelos *standard* ou *mini* são os modelos mais usuais.



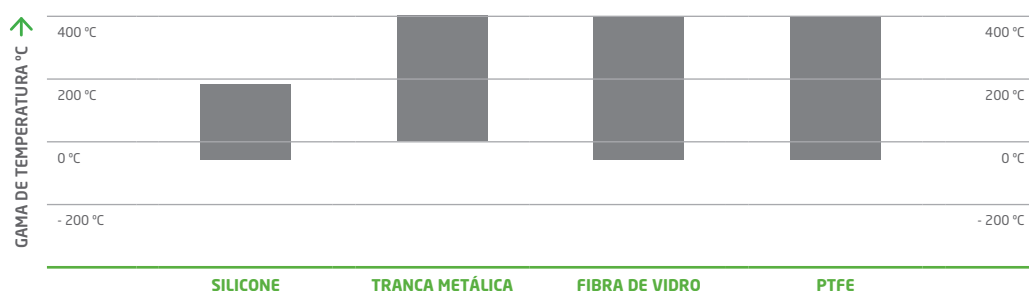
## CABOS | Características

TIPO	N.º x SECÇÃO (mm²)	REVESTIMENTO	GAMA DE TEMPERATURA	DIMENSÕES (mm)	CLASSE	REFERÊNCIA
<b>RTD</b>	2x0,22	Sil/Sil	-40 ... 200°C	Ø3,50	----	GA0222CSF035.01
<b>RTD</b>	2x0,22	FV/FV/TM	0 ... 400°C	Ø2,90	----	VC0222CNF029.01
<b>RTD</b>	3x0,22	Sil/Sil	-40 ... 200°C	Ø4,20	----	GA0322CSF042.02
<b>RTD</b>	3x0,22	FV/FV/TM	0 ... 400°C	Ø3,10	----	VC0322CNF031.01
<b>RTD</b>	3x0,22	PTFE/PTFE	-200 ... 260°C	Ø3,30	----	TA0322CGF031.01
<b>RTD</b>	4x0,22	Sil/Sil	-40 ... 200°C	Ø4,90	----	GA0422CUF049.01
<b>RTD</b>	4x0,22	FV/FV/TM	0 ... 400°C	Ø3,40	----	VC0422CNF034.01
<b>RTD</b>	4x0,22	PTFE/PTFE	-220 ... 260°C	Ø3,10	----	TA0422C6F031.01
<b>RTD</b>	6x0,22	PTFE/Sil	-40 ... 200°C	Ø4,80	----	ME0622CSF048.01
<b>K</b>	2x0,5	FV/FV/TM	0 ... 350/400°C	Ø3,70	2	VC0250KXF037I.01
<b>K</b>	2x0,196	FV/FV	0 ... 350/400°C	2,10x1,30	1	VR0220KR000I.01
<b>KCA</b>	2x1,3	PVC/PVC	0 ... 80°C	6,80x4,20	2	PA0213WXF000I.01
<b>KX</b>	2x0,22	PVC/PVC	0 ... 80°C	Ø4,20	1	PA0222KXF042I.01
<b>KCA</b>	2X1,3	Sil/FV/TM	0 ... 200°C	6,80x4,20	2	GE0213WXF000I.01
<b>KCA</b>	2x1,3	Sil/FV	0 ... 200°C	5,70x3,10	2	GF0213WXF000I.01
<b>J</b>	2x0,5	FV/FV/TM	0 ... 350/400°C	Ø3,80	1	VC0250JF037I.01
<b>J</b>	2x0,196	FV/FV	0 ... 350/400°C	2,40x1,40	1	VA0220JR000X.01
<b>JX</b>	2x1,3	PVC/PVC	0 ... 80°C	6,80x4,20	1	PA0213JF000I.01
<b>RCB/SCB</b>	2x1,3	PVC/PVC	0 ... 80°C	Ø7,20	2	PA2130SXF072I.01
<b>RCB/SCB</b>	2X1,3	Sil/FV/TM	0 ... 200°C	6,80x4,20	2	GE0213SXF000X.01
<b>RCB/SCB</b>	2x1,3	Sil/FV	0 ... 200°C	5,70x3,10	2	GF0213SXF000I.01
<b>T</b>	2x0,196	FV/FV	-185 ... 300°C	2,10x1,30	1	VR0220TR000I.02

**NOTA:** Siglas de revestimentos: **Sil:** Silicone, **FV:** Fibra de vidro, **TR:** Trança metálica, **PVC:** PVC, **PTFE:** Teflon.



## CABOS | Gamas de temperatura



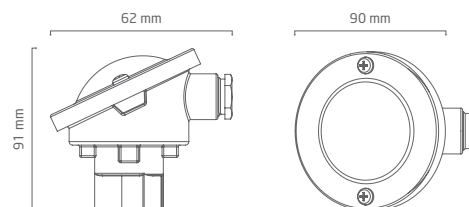
## 3.2

### LIGAÇÃO ELÉTRICA COM CABEÇA

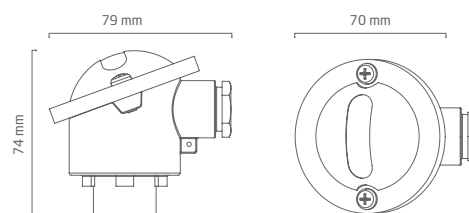
Uma das vantagens das sondas com cabeça é serem de fácil manutenção/substituição, mesmo em aplicações onde seja necessário utilizar cabos com bastante comprimento para transmissão de sinal. Caso se utilizem transmissores, estes podem ser instalados diretamente no interior das cabeças. Os modelos mais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



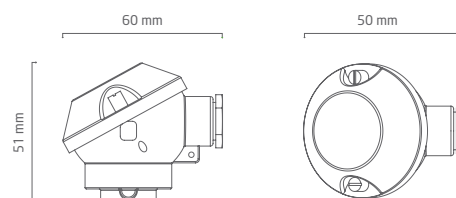
MODELO	<b>DIN A   TTA200-B3A3G</b>
GAMA TEMPERATURA	-40...100°C
ENTRADA CABOS	G1/2"
ENTRADA Sonda	Ø32,5mm
IP PROTEÇÃO	IP66



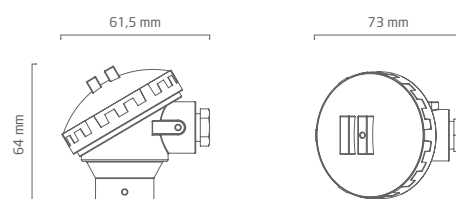
MODELO	<b>DIN B   TTB200-A4A3G</b>
GAMA TEMPERATURA	-40...100°C
ENTRADA CABOS	PG16
ENTRADA Sonda	G1/2"
IP PROTEÇÃO	IP66



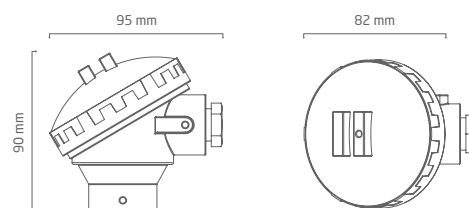
MODELO	<b>MIGNON   TTM200-A0B5G</b>
GAMA TEMPERATURA	-40...100°C
ENTRADA CABOS	PG9
ENTRADA Sonda	M10x1
IP PROTEÇÃO	IP66



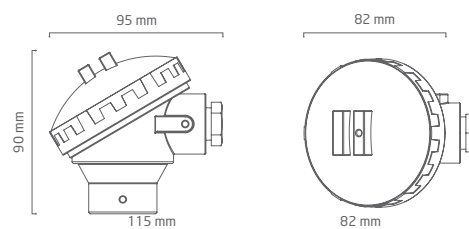
MODELO	<b>KSE   H-KSE</b>
GAMA TEMPERATURA	0...480°C
ENTRADA CABOS	M20x1,5
ENTRADA Sonda	G1/2"
IP PROTEÇÃO	IP68



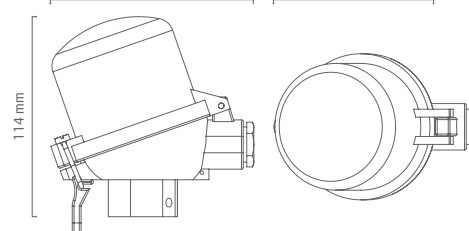
MODELO	<b>KNE   H-KNE</b>
GAMA TEMPERATURA	0...480°C
ENTRADA CABOS	M20x1,5
ENTRADA Sonda	G1/2"
IP PROTEÇÃO	IP68




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



MODELO	<b>TTH   TTH200-A A26</b>
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. Cabeças  sob consulta.



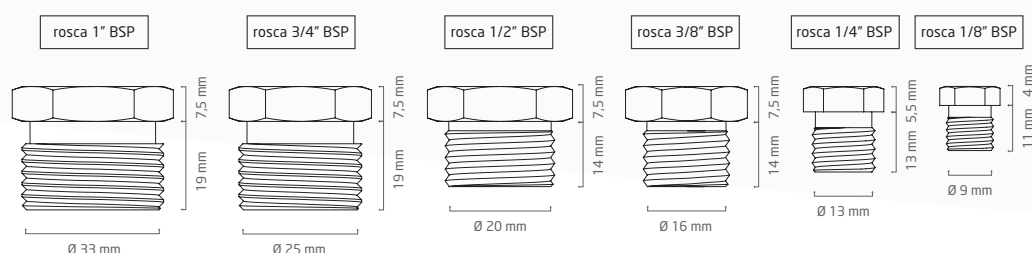
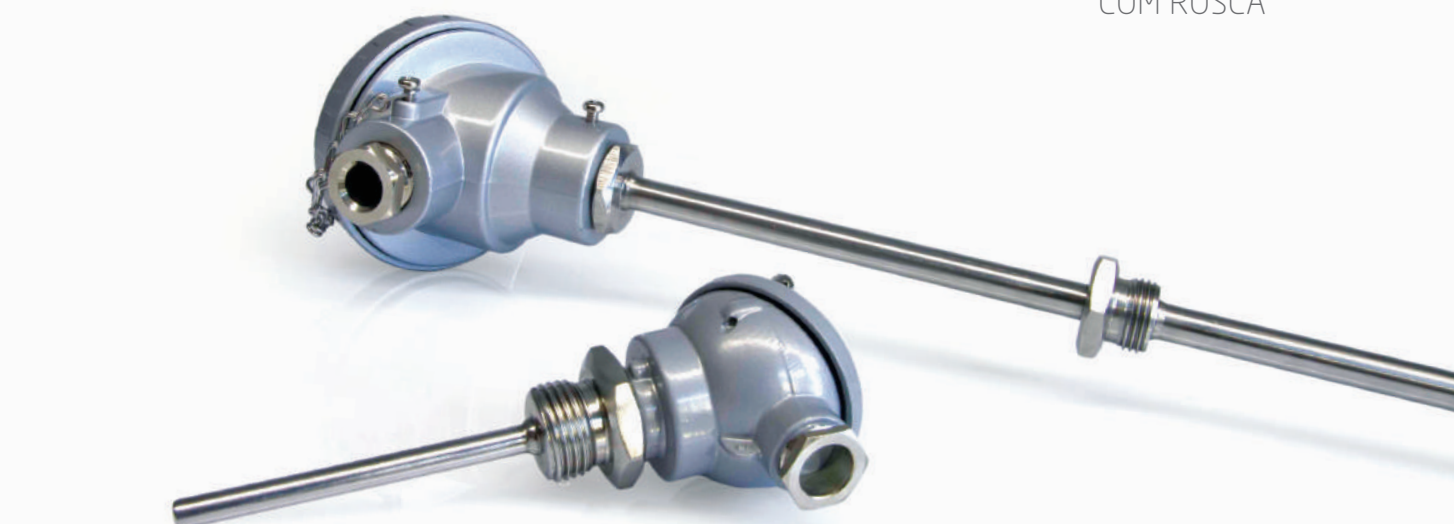
## ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO

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

É o acessório de fixação mais utilizado em sondas. A rosca é fixada à bainha e rosca no processo (rosca disponível nas seguintes dimensões - **R1", R3/4", R1/2", R3/8", R1/4" e R1/8"**).

### 4.1

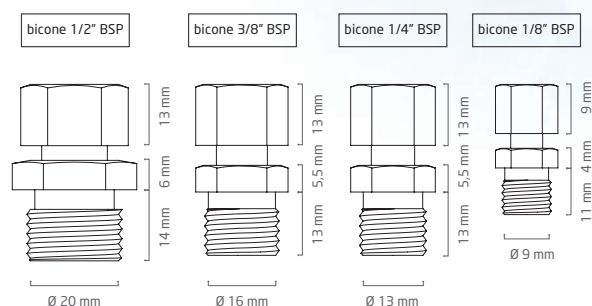
#### FIXAÇÃO COM ROSCA



Permite mover a sonda ajustando a profundidade ao processo. Deve evitar-se em processos com pressões elevadas (bicoes disponíveis nas seguintes dimensões - **B1/2", B3/8", B1/4" e B1/8"**).

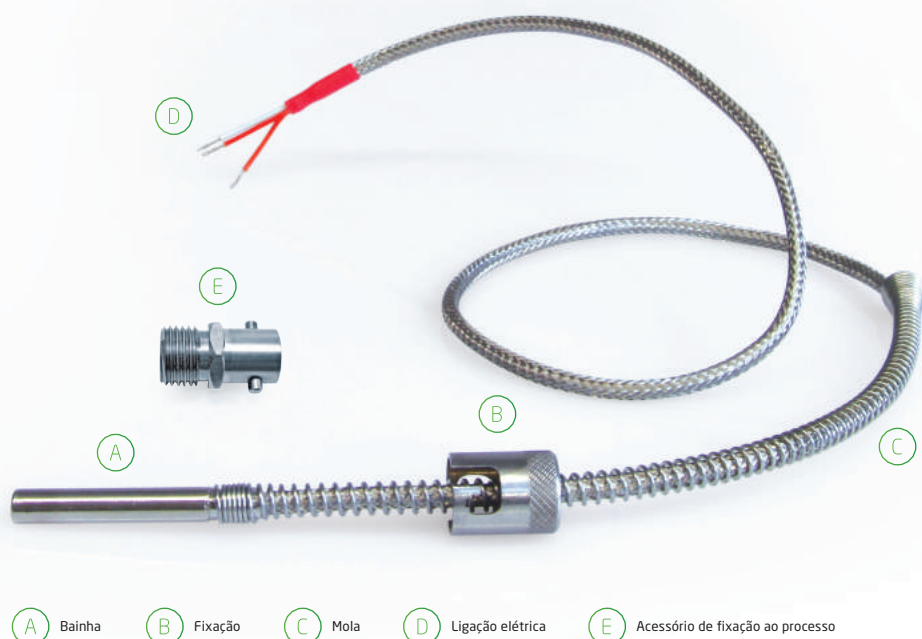
### 4.2

#### FIXAÇÃO COM BICONE



## 4.3 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.



## 5

### TRANSMISSOR

Permite converter o sinal do sensor de temperatura (RTD ou termopar) num **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 de 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.



#### TRANSMISSOR | 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.

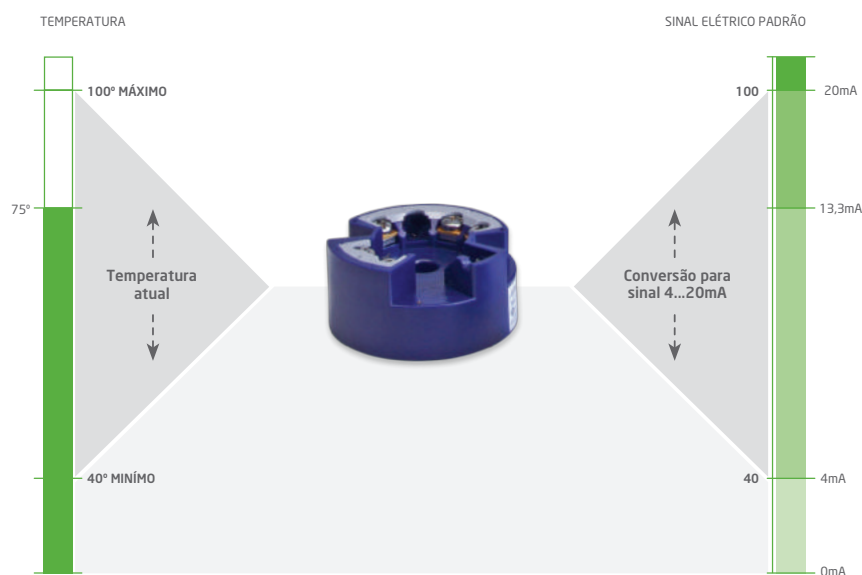
## TRANSMISSOR | Sondas *wireless*

Os transmissores *wireless* Jumo W-Trans permitem a medição de temperatura em zonas de difícil acesso, com movimento ou remotas. Podem ser colocados em cabeças tipo B. A antena incorpora uma bateria de Lítio 3,6V 2,2Ah tipo AA, com protocolo de comunicação europeu 868,4MHz. Tem alcance de 300m em campo aberto. Permite medir valores de escala, *off-set*, alarmes, valores limite e outros parâmetros individuais.

Receptor de colocação em calha DIN, com visor de 2 linhas. Programável através das teclas ou pro *software* via PC. Entrada frontal RS232 ou USB para interface com PC. Alimentação 230VAC 48Hz a 63Hz. Saídas de sinal analógico ou interface RS486. Dispõe de 2 relés para monitorização e saída de mensagens de alarme.

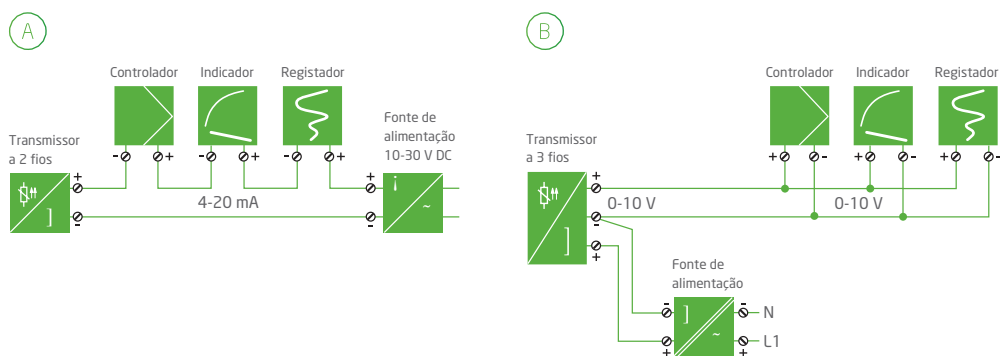


## TRANSMISSOR | Exemplo de conversão



**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.

## TERMORESISTÊNCIA | Configuração

CAMPO	OPÇÕES	
<b>TIPO DE Sonda</b>		
Pt100 (-40 ... 300°C)	Pt100.1	
Pt100 (-200 ... 600°C)	Pt100.2	
Pt500 (-40 ... 300°C)	Pt500.1	
Pt1000 (-40 ... 300°C)	Pt1000.1	
<b>NÚMERO DE SENSORES</b>		
Simple	S	
Dupla	D	
<b>NÚMERO DE FIOS</b>		
2 Fios	2F	
3 Fios	3F	
4 Fios	4F	
6 Fios	6F	
<b>DIMENSÕES</b>		
<b>DIÂMETRO</b>		
3 mm	03	
4 mm	04	
5 mm	05	
6 mm	06	
8 mm	08	
10 mm	10	
12 mm	12	
15 mm	15	
<b>COMPRIMENTO (mm)</b>		
-----		
<b>LIGAÇÕES ELÉTRICAS</b>		
<b>COM CABEÇA</b>		
DIN B	DB	0000
Mignon	Mg	0000
KNN	KN	0000
KNE	KE	0000
TTH	TH	0000
Placa	PL	0000
<b>COM CABO</b>		
Silicone	SI	
Trança metálica	TM	
Teflon	TF	
<b>COMPRIMENTO DO CABO (mm)</b>		
-----		
<b>ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO</b>		
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	
<b>OPÇÃO TRANSMISSOR</b>		
Sem transmissor	ST	
0 a 10V (JUMO)	JV	
4 a 20mA (JUMO)	JL	
0 a 10mA	RV	
4 a 20mA	RI	
Wireless	Jw	

CÓDIGO									
PT100.1	-	S	-	3F	-	06	x	0250	-
DB	-	0000	-	R12	-	JL			



## TERMOPAR | Configuração

CAMPO		OPÇÕES									
TIPO DE SONDA											
J (0 ... 400°C)		TP-J1									
J (0 ... 700°C)		TP-J2									
K (0 ... 400°C)		TP-K1									
K (0 ... 1100°C)		TP-K2									
NÚMERO DE SENSORES											
Simples		S									
Dupla		D									
DIMENSÕES											
DIÂMETRO											
3 mm		03									
4 mm		04									
5 mm		05									
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		MXF									
OPÇÃO TRANSMISSOR											
Sem transmissor		ST									
4 a 20mA (JUMO)		Jl									
4 a 20mA		Rl									
Wireless		Jw									

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

## CANA PIOMÉTRICA | Configuração

CAMPO	OPÇÕES
<b>TIPO DE Sonda</b>	
K (CrNi - Ni)	CP-K
R (Pt13%Rh)	CP-R
S (Pt10%Rh)	CP-S
B (Pt30%Rh)	CP-B
<b>NÚMERO DE SENSORES</b>	
Simples	S
Dupla	D
<b>SENSOR</b>	
0,35 mm	035
0,5 mm	050
1 mm	100
3 mm	300
Isolamento mineral	ISM
<b>TIPO DE BAINHA</b>	
Cerâmica DIN610	C610
Cerâmica DIN799	C799
Aço refratário	AREF
<b>DIMENSÕES</b>	
<b>DIÂMETRO</b>	
10 mm	10
15 mm	15
21,3 mm	22
24 mm	24
<b>COMPRIMENTO (mm)</b>	
	----
<b>LIGAÇÕES ELÉTRICAS</b>	
<b>COM CABEÇA</b>	
DIN A	DB
DIN B	DA
KNE	KE
TTH	TH
<b>ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO</b>	
Sem fixação	SFX
Rosca 1/2" BSP	R12
Rosca 3/4" BSP	R34
<b>OPÇÃO TRANSMISSOR</b>	
Sem transmissor	ST
4 a 20mA (UMO)	JL
4 a 20mA	RI
Wireless	Jw

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



Ano: 2017  
Tiragem: 1000 exemplares  
Capa: Sondas de temperatura Pt100  
Fotografia: F.Fonseca

Presidente Conselho  
Administração:  
Carlos Gonçalves

**Design Gráfico:**  
Catarina Pereira  
cpereira@ffonseca.com

**Gestor de Produto.**  
Miguel Valente  
mvalente@ffonseca.com  
F.Fonseca

