

*O Termopar Tipo N (ligas Nicrosil / Nisil) oferece maior estabilidade do que os tipos de metais básicos existentes E, J, K. Ele é disponível e amplamente utilizado em todo o mundo.*

Os Termopares de metal de base padrão ANSI, designados E, J, K e T (Ref. 1), mostram instabilidade termoelétrica inerente relacionada a instabilidades ao longo do tempo e / ou temperatura em várias de suas propriedades físicas, químicas, nucleares, estruturais e eletrônicas.

Este artigo demonstra as principais propriedades termoelétricas de um termopar à base de níquel Nicrosil versus Nisil (denominado tipo N), no qual a estabilidade termoelétrica muito alta foi alcançada através de uma escolha criteriosa de concentrações de componentes elementares.

## INSTABILIDADE DOS TERMOPARES DE BASE-METAL

Existem três principais tipos de características e causas de instabilidade termoelétrica nos materiais dos termopares de metal base padrão:

1. Um desvio gradual é geralmente cumulativo em exposição por longos períodos à temperaturas elevadas. Isso é observado em todos os termopares de metal base e a principal causa são as alterações da sua composição causadas pela oxidação, em particular a oxidação interna (Figuras 1 e 2).
2. Uma mudança cíclica de curto prazo na força eletromotriz durante o aquecimento na faixa de temperatura entre 250 a 650 °C (ocorre nos tipos KP (ou EP) e JN (ou TN e EN). Acredita-se que este tipo de instabilidade seja devido a alguma forma de mudança estrutural (Figuras 3 e 4).
3. Alteração independente do tempo em faixas de temperatura específicas. Isto é devido a transformações magnéticas da liga KN na faixa de cerca de 25 a 225 °C (Figura 5) e na liga JP acima de 730 °C.

## ALTA ESTABILIDADE DOS TERMOPARES DE NICROSIL / NISIL (TIPO N)

As ligas do termopar Tipo N (Ref. 2) mostram estabilidade termoelétrica muito melhorada (Ref. 3) em relação às outras ligas de termopares de metal base, porque suas composições (Tabela 1) são tais, que eliminam ou reduzem substancialmente as causas de instabilidade termoelétricas descritas acima.

Isso é obtido principalmente pelo aumento das concentrações de soluto do componente cromo e silício em uma base de níquel acima daquelas necessárias para causar uma transição dos modos de oxidação do interno para o externo, e pela seleção de solutos de silício e magnésio que oxidam preferencialmente para formar uma fina camada que inibe a oxidação.

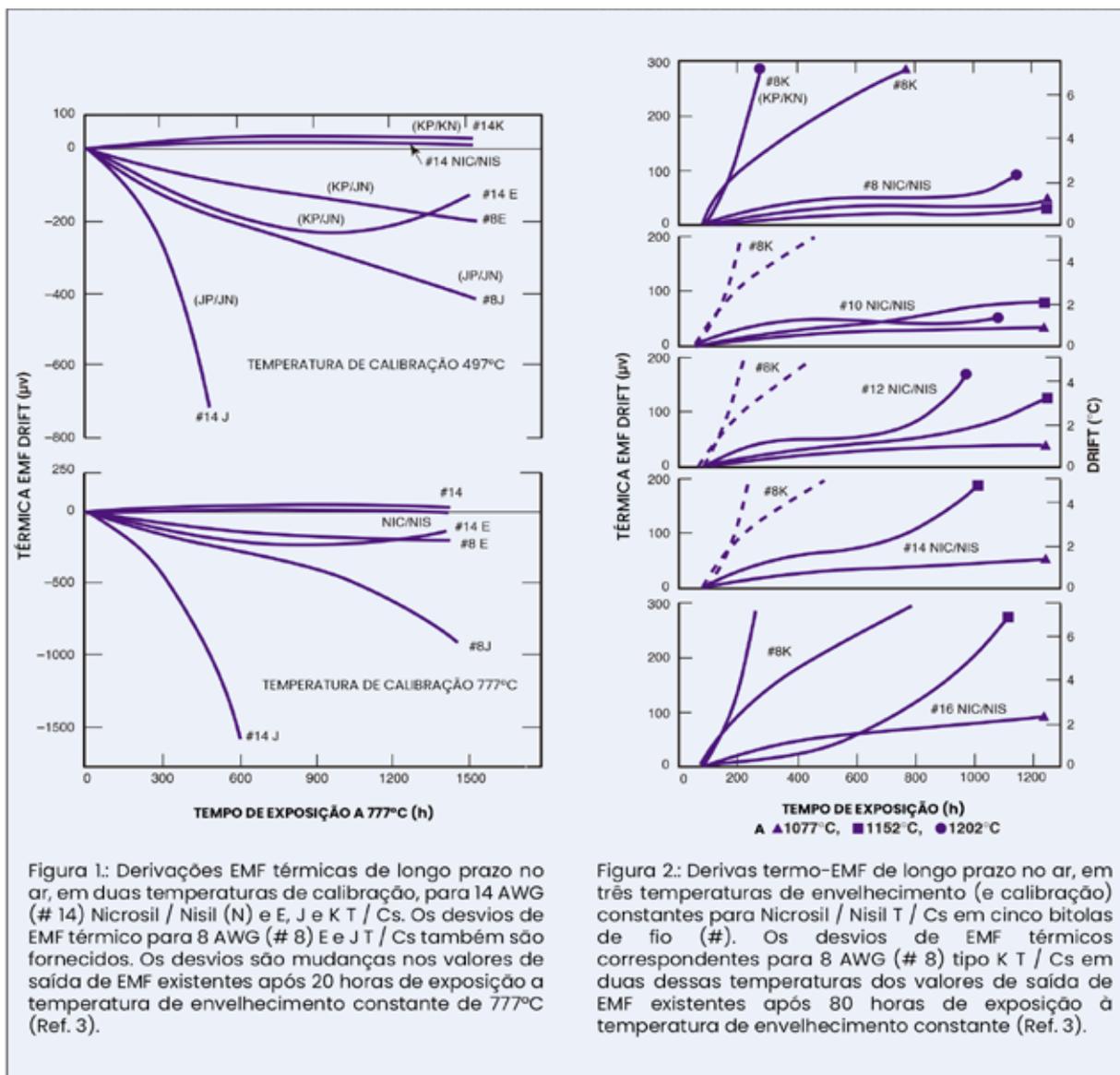
As instabilidades da FEM (força eletromotriz) a curto prazo que ocorrem nas ligas KP e JN foram eliminadas no Nicrosil (NP), definindo o teor de cromo.

O aumento no teor de silício suprimiu a transformação magnética desta nova liga para temperaturas abaixo da ambiente.

O efeito de transmutação nuclear foi alcançado pela eliminação de elementos como manganês, cobalto e ferro nas composições de ambas as ligas.

A estabilidade termoelétrica alta do termopar tipo N é ilustrada nas Figuras 1 e 2.

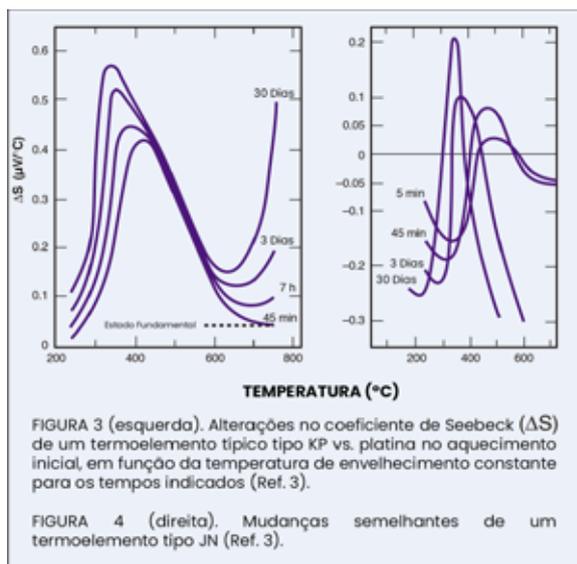
A influência do diâmetro do condutor do termoelemento versus deriva térmica do termopar tipo N é mostrada na Figura 6.



Na Figura 2, mostra o quão instáveis são os termopares 8 AWG tipo K conforme as temperaturas excedem progressivamente cerca de 1050 °C.

Em contraste, fica claro na Figura 6 que termopares tipo N, mesmos em fios com diâmetros menores que 8 AWG, podem ser usados de forma confiável por longos períodos de tempo em temperaturas de até pelo menos 1200 °C.

Na verdade, recentemente foi demonstrado (Ref. 4) que em atmosferas oxidantes, a estabilidade termoeétrica do termopar Tipo N em diâmetros maiores que 10 AWG é aproximadamente a mesma dos termopares de metal nobre tipos R e S nas temperaturas próximas a 1200 °C.



## DECLARAÇÃO COMO PADRÃO

Nenhum termopar novo sobreviverá para adoção e uso universal, a menos que seja formalmente publicado por autoridades de padrões nacionais em todo o mundo. É uma sorte que o termopar tipo N esteja em vigoroso processo de ser assim promulgado.

A ASTM, por meio de seu Comitê E-20 (Medição de Temperatura), demonstra considerável interesse no termopar tipo N e mantém os assuntos relacionados ao desenvolvimento, disponibilidade e uso deste termopar sob revisão contínua.

Os subcomitês da ASTM E-20 produziram várias publicações contendo informações sobre as propriedades e características do termopar tipo N.

Um documento citando várias das tabelas de temperatura EMF da Monografia 161 do NBS (Ref. 2) foi publicado (Ref. 6) para informação. Um padrão ASTM formal (E1223) é promulgado, enquanto os dados do tipo N agora estão incluídos no padrão ASTM E230. Mais uma vez, na terceira edição do Manual ASTM sobre o Uso de Termopares (Ref. 8), várias propriedades e características de Nicrosil versus Nisil são resumidas.

Com base nas informações acima, várias ações cruciais foram tomadas pelos órgãos supremos de normalização em vários países importantes:

1. A Instrument Society of America (ISA), em outubro de 1983, promulgou o sistema Nicrosil / Nisil como um termopar padrão dos EUA com a letra de designação "tipo N."
2. O British Standards Institute (BSI) promulgou um padrão sobre o termopar tipo N identificado como BS4937: Parte 8.
3. A Sociedade Japonesa para a Promoção da Ciência, por meio de seu Comitê TC19 (Temperatura), conclui sua deliberação sobre o tipo N, levando à emissão de um Japan Industrial Standard (JIS).

Desde então, essas ações garantiram que o termopar tipo N estejam disponíveis comercialmente em vários países importantes ao redor do mundo.

**TABELA 1- COMPOSIÇÕES NOMINAIS DE LIGAS DE TERMOELEMENTO DE METAL BASE PADRÃO ANSI E LIGAS DE NICROSIL E NISIL**

LIGA ANSI (1) DESIGNAÇÃO	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (Peso-%)								
	Cr	Si	Mn	Al	Co	Mg	Cu	Ni	Fe
(+)KP, EP	9.5	0.4							bal
(-)KN	1.0	3.0	2.0	0.4	0.015				bal
(+)JP		0.3							bal
(-)JN, EN, TN		1.0		0.5			54	44	0.5
(+)TP							100		
(+)NP (nicrosil)	14.2	1.4							bal
(-)NN (nisil)	4.4				0.10				bal

**TABELA 2 - VARIANTES DO TIPO KN**

LIGA	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (Peso-%)				
	Mn	Al	Si	Co	Ni
KN1	3.02	1.90	1.19	0.41	balança
KN2	1.67	1.25	1.56	0.72	balança
KN3	-	-	2.50	1.00	balança
KN4	0.43	-	2.39	0.23	balança

## DISCUSSÃO

Os vários tipos de instabilidades termoeletrica descritas neste documento podem causar mudancas substanciais na forca termoeletromotriz e, portanto, calibracao em termopares de metal base designados pela ANSI tipos E, J, K e T. No caso do termopar tipo N, no entanto, a instabilidade termoeletrica devido a essas causas e eliminado ou substancialmente atenuado em toda a faixa de temperatura ate 1230 °C. Os termopares de metal base padrao ANSI tipos E, J, K e T podem, portanto, ser considerados obsoletos. Sua substituicao por termopares tipo N levaria, na maioria dos casos, a vantagens tecnologicas e economicas as industrias em geral.

Na verdade, a estabilidade de calibracao e longevidade do termopar tipo N, levada em consideracao com sua capacidade de operar em altas temperaturas, sao consideravelmente maiores do que termopares de metal base convencionais, tornando-o idealmente adequado para aplicacoes cientificas, tecnologicas e industriais onde as medicoes de temperatura sao criticas

O uso de termopares tipo N em varios paises ja demonstrou uma serie de vantagens: maior precisao, maior estabilidade, menores taxas de rejeicao, maior utilizacao de energia, menores custos de manutencao e maior produtividade.

## REFERÊNCIAS

1. Padrão MC96.1-1975 do American National Standards Institute (ANSI), instrument society of america (1976), pp. Vi e 1.
2. N.A. Burley, et al., U.S. National Bureau of Standards Monograph 161, NBS \* Washington (1978).
3. N.A. Burley, et al., Temperature, Its Measurement and Control in Science and Industry, vol. 5, part 2, Instrument Society of America (1982), p. 1159.
4. N.A. Burley, Proc. 11th IMEKO Conference (Sensors), Houston, TX, 1988, p. 155.
5. R.L. Powell, et al., U.S. National Bureau of Standards Monograph 125, NBS\* Washington (1974).
6. American Society for Testing and Materials (ASTM), Annual Book of Standards, vol. 14.01 (1983), p. 859.
7. ASTM Standard E 1223-87.
8. Manual on the Use of Thermocouples in Temperature Measurement, ASTM Special Technical Publication 470 B (1981).
9. N.A. Burley, et al., "The Nicrosil versus Nisil Type N Thermocouple: A Commercial Reality," Australian Department of Defence Report MRL-R-903 (1983).

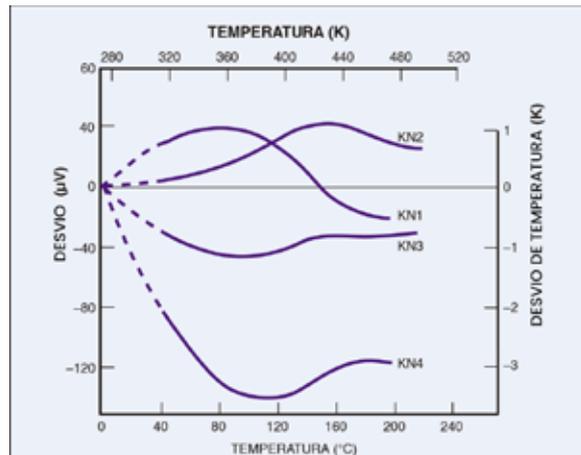


FIGURA 5. Desvios dos valores medidos dos CEM térmicos de vários termoelementos do tipo KN vs. platina dos valores da tabela de referência (Ref. 5). Variantes do tipo KN são fornecidas na Tabela

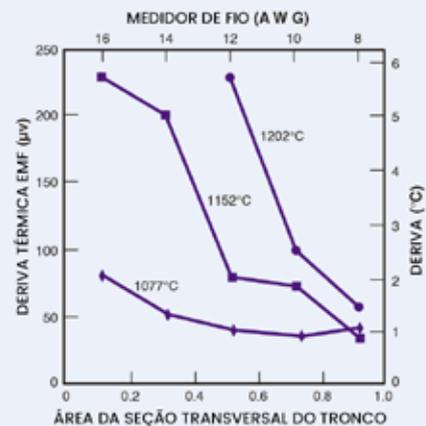


FIGURA 6. Relação entre a deriva térmica-EMF total (após 1000 horas de exposição no ar em cada uma das três temperaturas de teste) e a área da seção transversal dos fios de Nicrosil / Nisil T / C. Os desvios são alterações dos valores de saída de EMF existentes após 80 horas de exposição (Ref. 3).

Soluções de Alta Tecnologia para:



Medição de Custódia



Analítica



Temperatura



Nível



Vazão



Vibração



Pressão



(15) 3033-8008  
vendas@alutal.com.br  
www.alutal.com.br  
Rua Sebastiana Nunes, 85, Vila Garcia, Votorantim-SP

**White Paper:** Estudo sobre Termopares Tipo N  
**Rev:** 01  
**Data:** 14/06/2021

Copyright© Alutal Todos os direitos reservados - 2021  
Proibida a reprodução do conteúdo original Alutal sem prévia autorização.

Clique para acessar as nossas redes:

