

The logo for SIKA Silicon Carbide, featuring the word "SIKA" in a bold, white, sans-serif font inside a blue rounded rectangle, with "Silicon Carbide" written in a smaller white font below it.

Silicon Carbide

Agenda

- ✓ Aplicação do SiC em ferros fundidos

The logo for SAINT-GOBAIN, featuring a stylized graphic of a building or industrial structure in red and blue above the text "SAINT-GOBAIN" in a bold, black, sans-serif font.



FONTE DE SILÍCIO E CARBONO

SiC como fonte de **Silício** e **Carbono** no Ferro Fundido

Forno Cubilô

SIKA MET Briquete



Forno Indução

SIKA MET 0x10mm





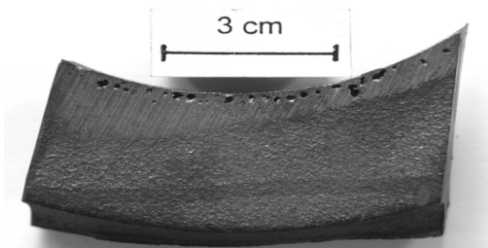
FONTA DE SILÍCIO E CARBONO

Elemento	Fonte de Silício FeSi 75%		Fonte de Silício e Carbono SiC 85%		Fonte de Carbono Grafite 90%	
Si (%)	70	75	60	65	0	0
Ca (%)	0.8	1.5	0	1.5	0	0
Al (%)	1.5	>3.0	0	0.32	0	0
C (%)	0	0.3	28	30	60	90
P (%)	0	0.05	0	0.002	0	0
S (%)	0	0.01	0	0.07	0	0.1
N (PPM)	0	0	0	300	0	800
H (PPM)	0	0	0	100	0	1300



EFEITOS DAS IMPUREZAS NO FERRO FUNDIDO

Alumínio: Promove a formação de "pinholes" de hidrogênio. Estes " pinholes " na maioria dos casos são produzidos por hidrogênio e alumínio residual que favorecendo a absorção de hidrogênio.



Hidrogênio: Promove a formação pinholes superficiais, rachaduras e cavidade grosseira interna devido a gases. Promove a formação de grafite grosseira. Os pinholes de hidrogênio são tipicamente pequenos variando de 1 a 4mm em diâmetro

Nitrogênio: Pinholes formam com 80 ppm de nitrogênio em ferro fundidos, nas seções finas podem conter até 120 ppm antes da formação de porosidade.





NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDOS

O **potencial de nucleação** dos ferros fundidos está normalmente associado à **tendência de grafitização** ou capacidade da solidificação cinzenta. Ela corresponde à quantidade disponível de **germes de nucleação** (J. M. FROST et. al.5, 1992)

O grau de nucleação de um banho metálico é influenciado por inúmeros fatores tais como: (Tavares et. al.4 2003)

- Composição química da carga.
- Grau de oxidação do banho.
- Tipo de carga metálica.
- Sequência do carregamento.
- Tempo e temperatura de manutenção do banho metálico.
- Tipo de forno de fusão.

O grau de nucleação dos banhos influencia diretamente o tipo de grafita formada e as propriedades mecânicas dos ferros fundidos cinzentos. Fuoco et. al.1 (2003)

Elevado grau de nucleação levam à **formação de grafita tipo A** associada à matriz perlítica, exibindo **elevadas propriedades mecânicas**.

Com baixo grau de nucleação, formam-se grafitas de superresfriamento, **dos tipos B e D**, associados à matriz ferrítica de **baixas propriedades mecânicas e baixa usinabilidade**.





MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

Análise de Cunha

- Obtenção **rápida** das informações
- Interpretação **fácil** dos dados
- **Baixo** Custo
- **Baixa** precisão

Análise Térmica

- Obtenção **rápida** das informações
- Interpretação **difícil** dos dados
- **Alto** Custo
- **Alta** precisão

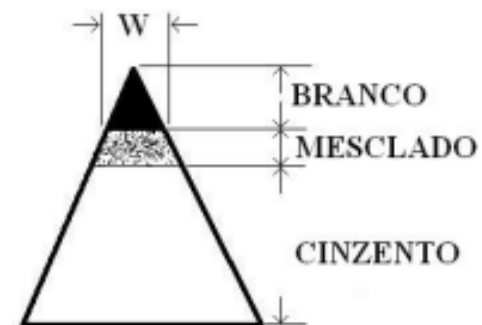
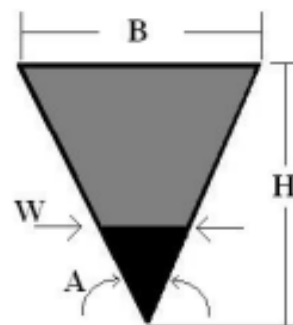
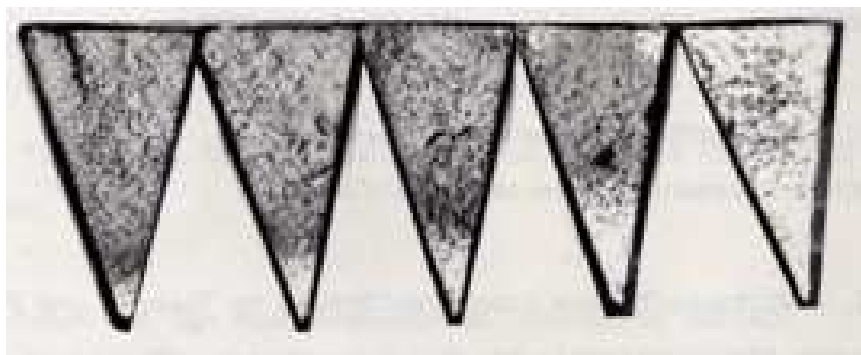
Análise Metalográfica

- Obtenção **lenta** das informações
- Interpretação **difícil** dos dados
- **Alto** Custo
- **Alta** precisão



MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

ANÁLISE DE CUNHA





MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

ANÁLISE DE CUNHA

FeSi



Ferro Base



Ferro Nodular

SiC



Ferro Base



Ferro Nodular

Fonte: Popescu, M., Zavadil, R., Thompson, J. P., Sahoo, M. "SiC—the Most Efficient Addition To Increase The Nodule Count In Ductile Iron", *International Journal of Metalcasting*, 2009, Canada.





MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

ANÁLISE DE CUNHA

*1,0% de SiC
Depois de 8h
1450°C*



*0,8% de FeSi
Depois de 8h
1450°C*



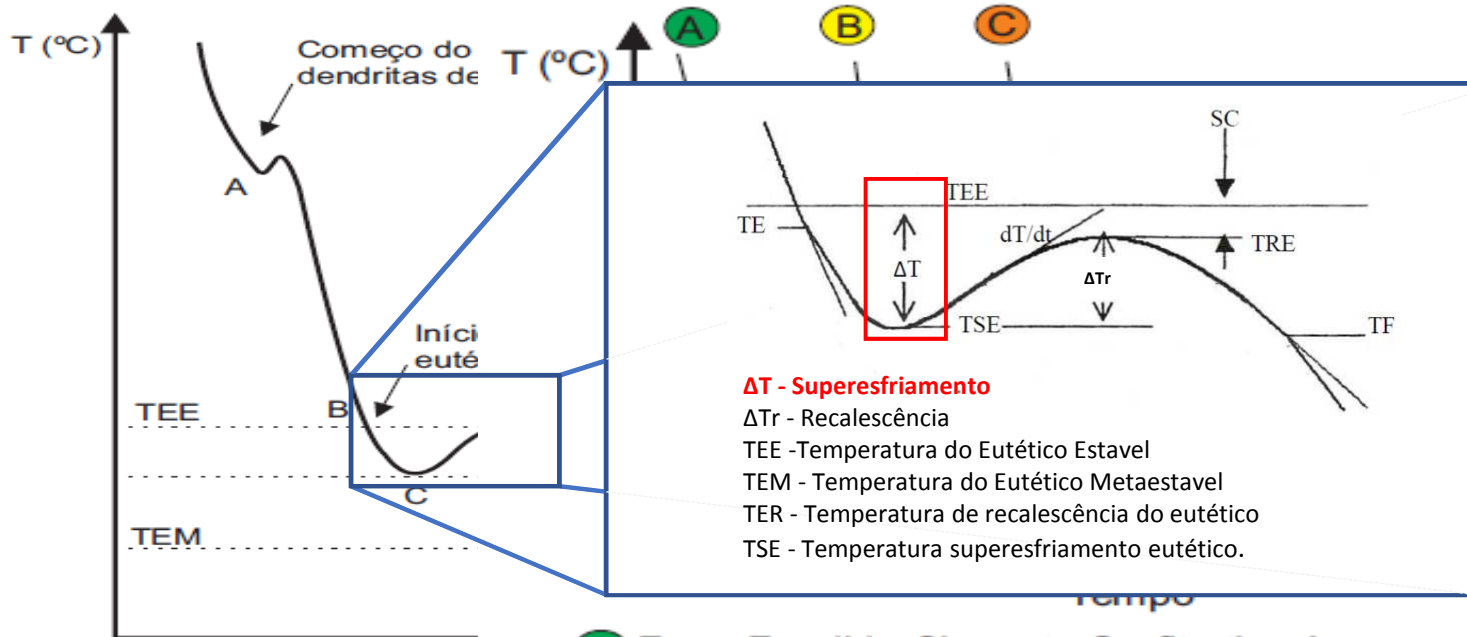
Fonte: Teste prático no cliente





MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

ANÁLISE TÉRMICA



ΔT - Superesfriamento

ΔTr - Recalescência

TEE - Temperatura do Eutético Estavel

TEM - Temperatura do Eutético Metaestavel

TER - Temperatura de recalescência do eutético

TSE - Temperatura superesfriamento eutético.

- A** Ferro Fundido Cinzento Grafita tipo A
- B** Ferro Fundido Cinzento Grafita tipo B
- C** Ferro Fundido Branco





MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

ANÁLISE TÉRMICA

Additive	Pouring temperature (°C)	Liquidus temperature (°C)	Eutectic temperature (°C)	Undercooling (°C)
SiC	1350	1188	1154	4
SiC	1400	1190	1152	6
SiC	1450	1192	1150	8
SiC	1500	1192	1145	13
FeSi	1350	1180	1144	14
FeSi	1400	1181	1144	14
FeSi	1450	1185	1140	18
FeSi	1500	1189	1132	26

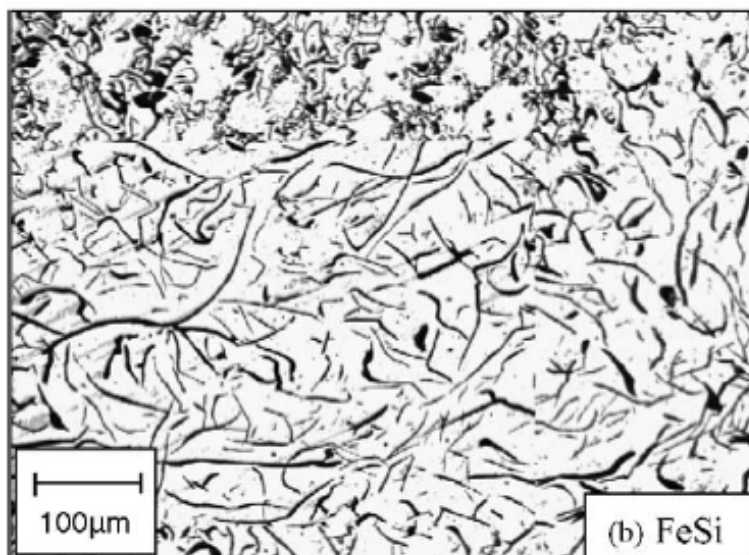
Fonte: K. Edalati, F. Akhlaghi*, M. Nili-Ahmadabadi, "Influence of SiC and FeSi addition on the characteristics of gray cast iron melts poured at different temperatures", Journal of Materials Processing Technology 160 (2005) 183–187



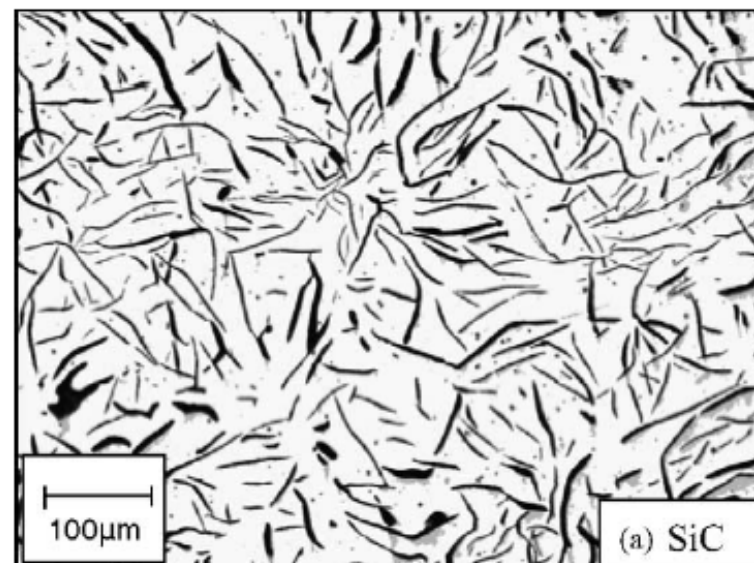


MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO ANÁLISE METALOGRÁFICA

FeSi



SiC



Fonte: K. Edalati, F. Akhlaghi*, M. Nili-Ahmadabadi, “Influence of SiC and FeSi addition on the characteristics of gray cast iron melts poured at different temperatures”, Journal of Materials Processing Technology 160 (2005) 183–187



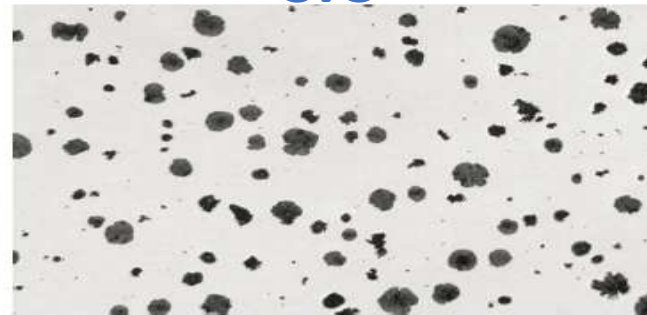
MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO ANÁLISE METALOGRÁFICA

FeSi

SiC

156

Nódulos/mm²



241

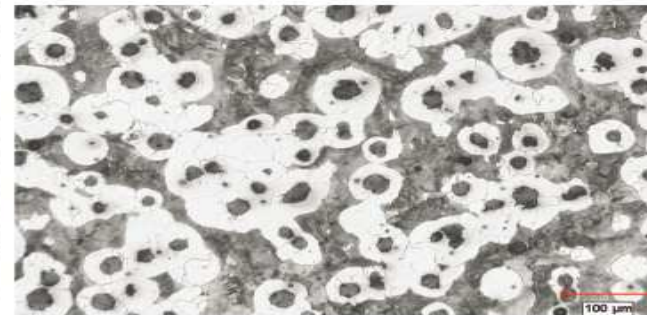
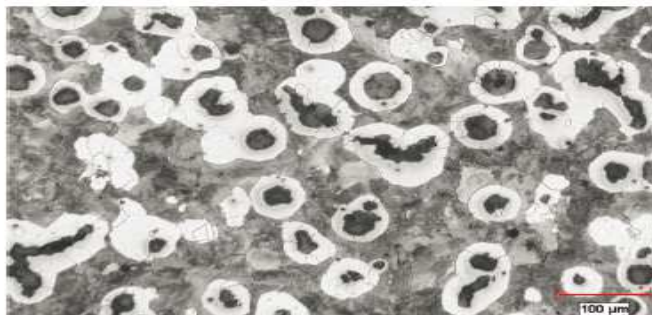
Nódulos/mm²

37%

Ferrita

53%

Perlita



51%

Ferrita

39%

Perlita

Fonte: Popescu, M., Zavadil, R, Thompson, J. P., Sahoo, M. "SiC—the Most Efficient Addition To Increase The Nodule Count In Ductile Iron", *International Journal of Metalcasting*, 2009, Canada

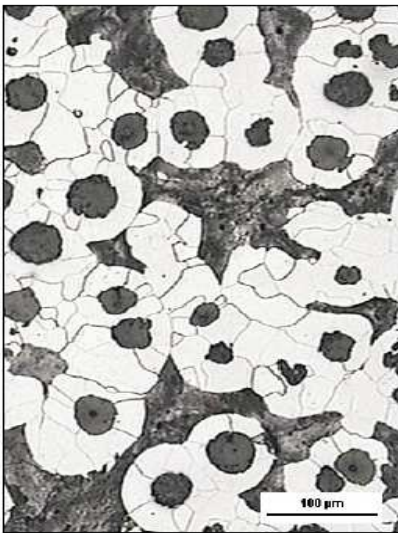




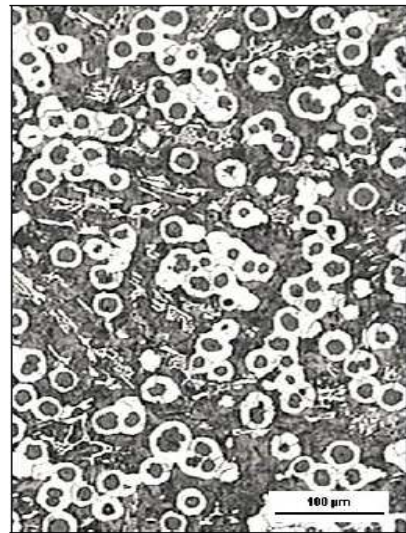
MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO ANÁLISE METALOGRÁFICA

FeSi

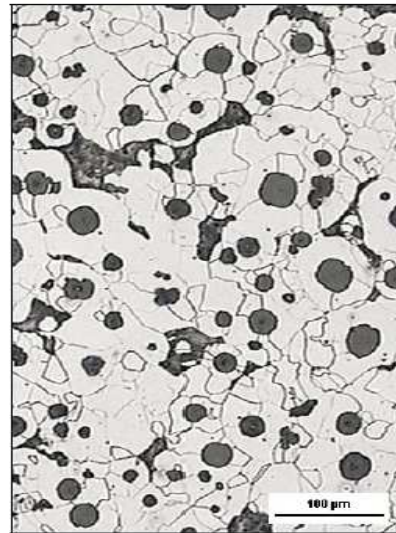
SiC



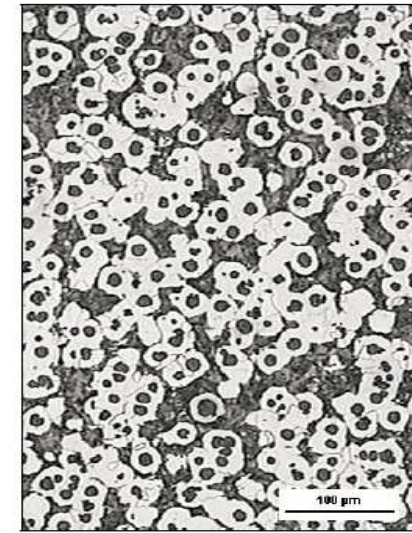
c) 26 mm



d) 3 mm



a) 26 mm



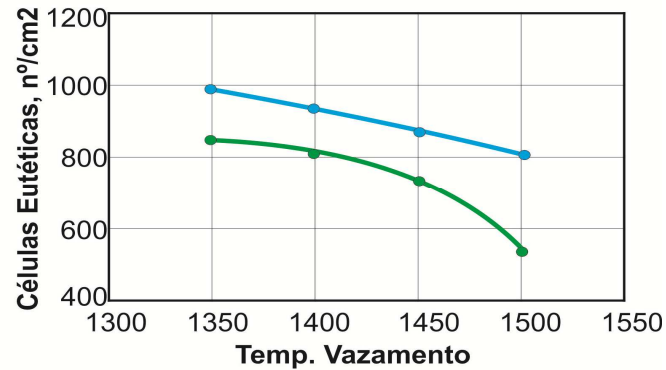
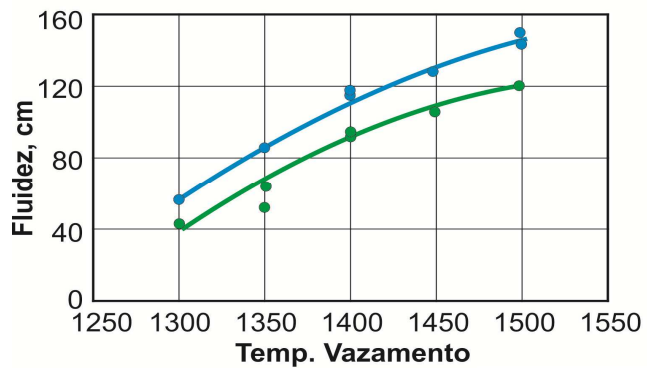
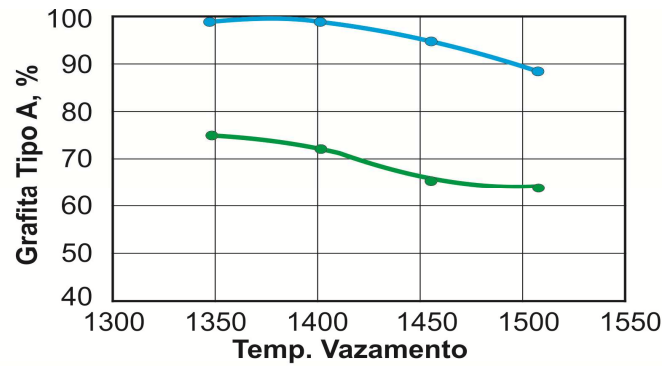
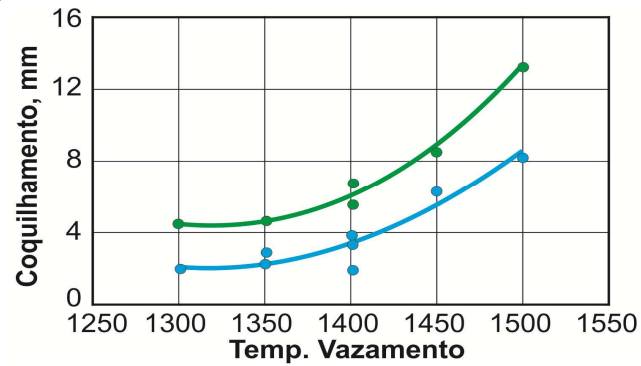
b) 3 mm

Fonte: A. VAŠKO. Microstructure and mechanical properties of synthetic nodular cast iron





NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO



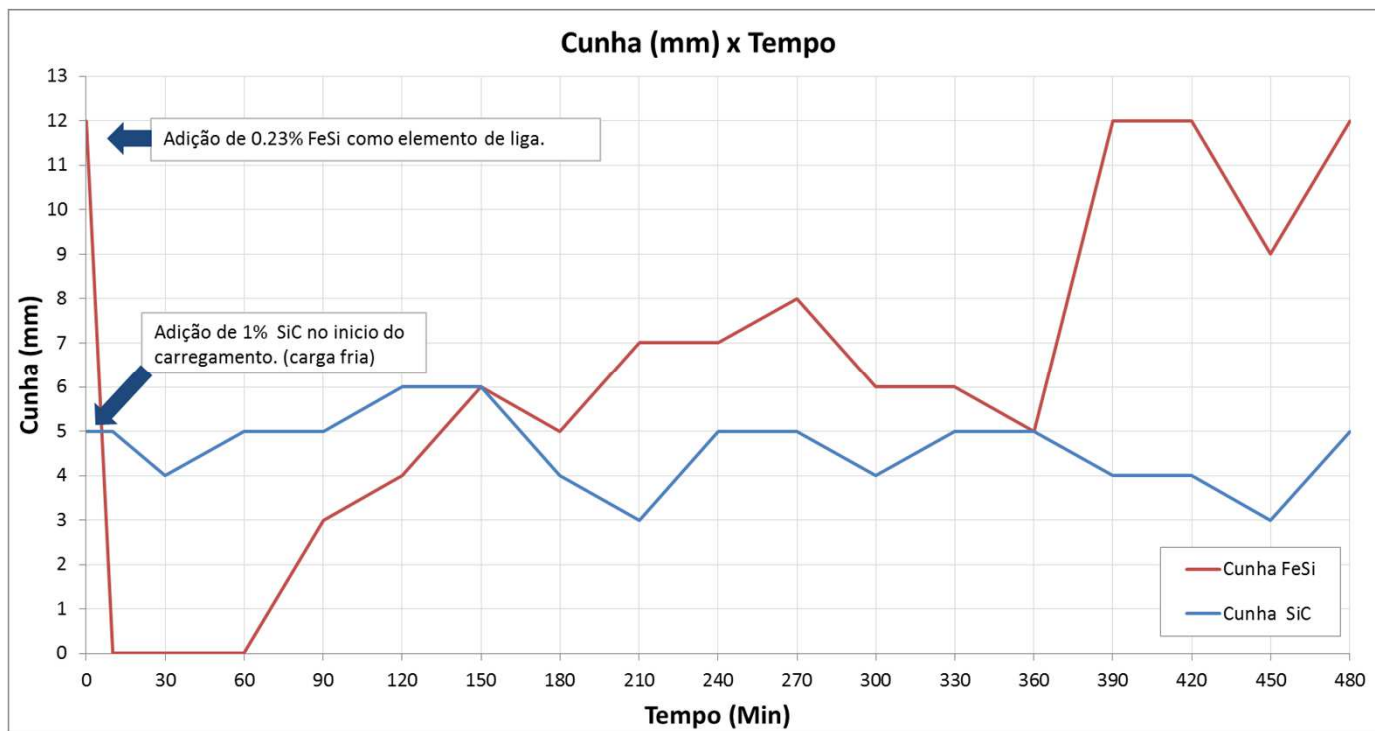
— SiC — FeSi

Fonte: K. Edalati, F. Akhlaghi*, M. Nili-Ahmadabadi, "Influence of SiC and FeSi addition on the characteristics of gray cast iron melts poured at different temperatures", Journal of Materials Processing Technology 160 (2005) 183–187





TEMPO DE FADING (CASE SAINT-GOBAIN)



Temperatura de 1450°C



The logo for SIKA Silicon Carbide, featuring the word "SIKA" in a bold, white, sans-serif font inside a blue rounded rectangle, with "Silicon Carbide" written in a smaller white font below it.

Silicon Carbide

Agenda

- ✓ Simulação de custo

The logo for SAINT-GOBAIN, featuring a stylized graphic of a building or structure in red and blue above the text "SAINT-GOBAIN" in a blue, sans-serif font.



SIMULAÇÃO DE CUSTO

Produção Anual Fundido **12000t**

Forno **5000Kg**

FeSi + Carburante

<u>Ligas</u>	kg	Preço sem imposto (R\$/Kg)
FeSi75%	50.0	6.0
Carburante (Grafite)	30.0	2.5

Preço Final de ligas por forno **R\$ 375.00**

SiC + Carburante

<u>Ligas</u>	kg	Preço sem imposto (R\$/Kg)
SiC 85%	62.5	4.8
Carburante (Grafite)	10.9	2.5

Preço Final de ligas por forno **R\$ 327.17**

Redução de **47.83R\$** por Corrida

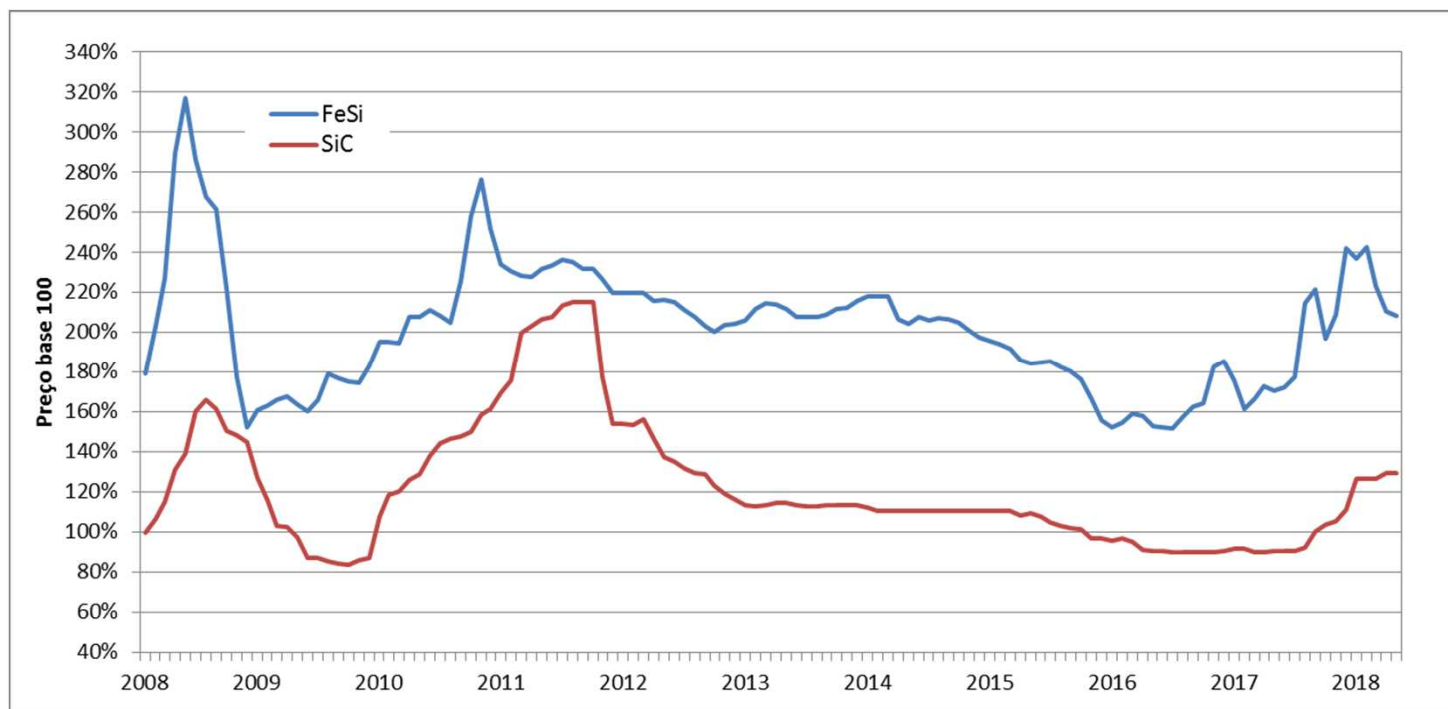
Redução de **9.57R\$/t** ferro fundido

Redução de **114,795 R\$** por ano





HISTÓRICO DE PREÇO SIC X FESI



Fonte: Asianmetals



The logo for SIKA Silicon Carbide, featuring the word "SIKA" in a bold, white, sans-serif font inside a blue rounded rectangle, with "Silicon Carbide" written in a smaller white font below it.

Silicon Carbide

Agenda

- ✓ Considerações finais

The logo for SAINT-GOBAIN, featuring a stylized graphic of a building or structure in red and blue above the text "SAINT-GOBAIN" in a bold, black, sans-serif font.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Carbetto de Silício é uma fonte de silício e carbono com **baixo teores de impurezas**.
- Carbetto de Silício proporciona uma **maior nucleação** no ferro fundido resultando em uma melhor propriedade mecânica na peça fundida.
- Carbetto de Silício proporciona uma **redução de custo** no seu processo



SAINT-GOBAIN CARBETO DE SILÍCIO

ISO 9001

ISO 14001

OHSAS 18001



WWW.SIC.SAINT-GOBAIN.COM.BR/PT

You Tube [stgoba.in/sika-youtube](https://www.youtube.com/stgoba.in/sika-youtube)

Klebson Luiz Silva – klebsonluiz.silva@saint-gobain.com
(32) 3339 1715 / (32)98424 3928

